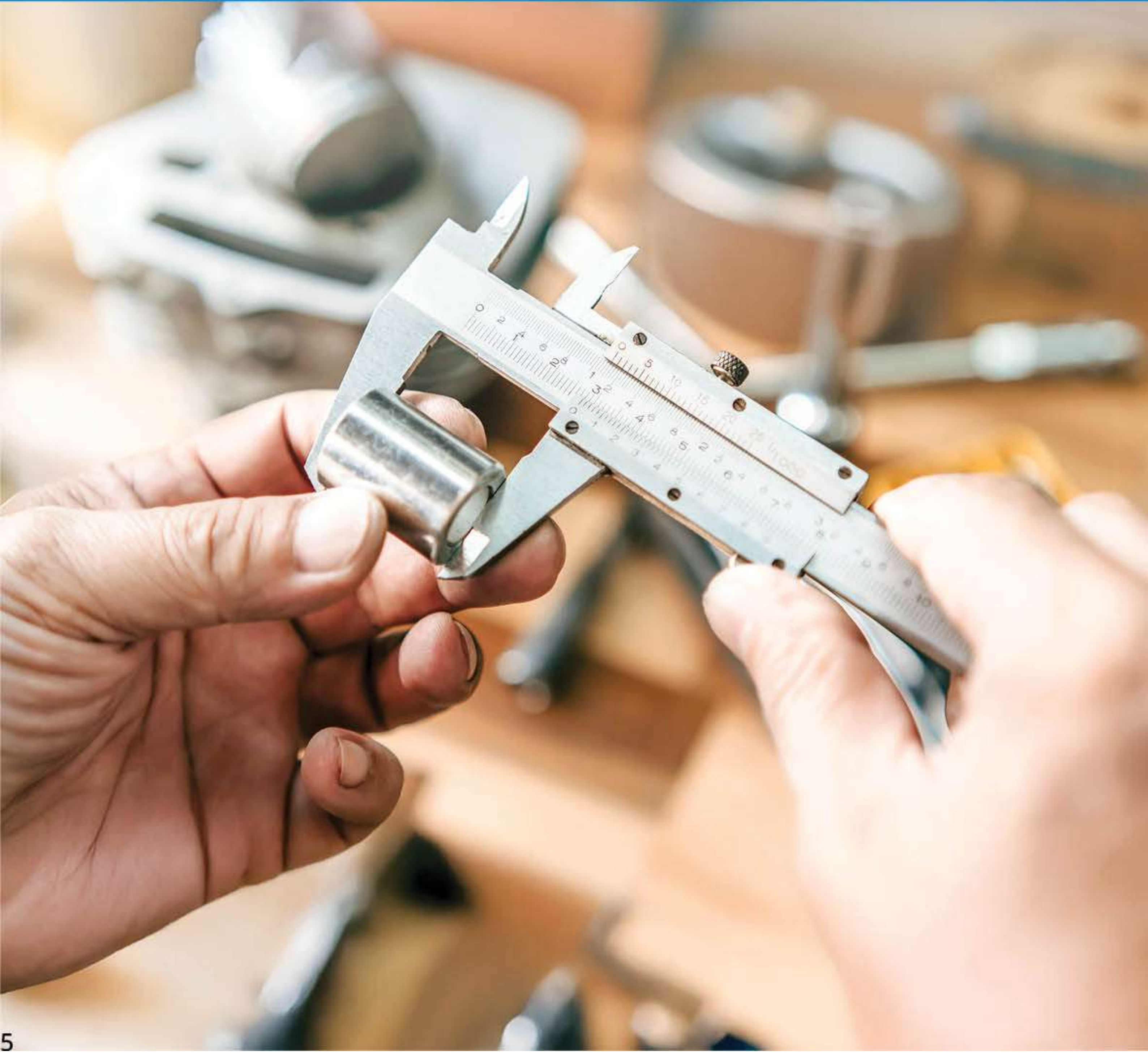
الوحـــدة
الأولى

الكميات الفيزيائية ووحدات القياس

- **الفصل الأول:** القياس الفيزيائى



الفصل
الأول

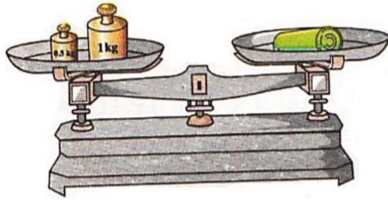
القياس الفيزيائى



1 القياس الفيزيائي

- **لإجراء الكشف الطبي على المريض يُجري الطبيب عدة قياسات منها:**

① قياس الطول. ② قياس الوزن.
③ قياس ضغط الدم. ④ قياس معدل دقات القلب.
⑤ قياس مستوى الحديد أو الكوليسترول في الدم.



- **بالمثل يحتاج الإنسان لإجراء قياسات مختلفة في الحياة اليومية.**

مثال:

عند وضع جسم مجهول الكتلة على إحدى كفتي ميزان ذي كفتين ووضع أثقال معلومة في الكفة الأخرى فإنه يمكن قياس كتلة الجسم عند اتزان كفتي الميزان من خلال كتلة الأثقال المعلومة في الكفة الأخرى.

القياس

تعريف القياس:

هو عملية مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها (تسمى وحدة القياس) لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.

أهمية القياس:

يحوّل مشاهداتنا اليومية إلى مقادير كمية يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام.

مثال: وصف درجة حرارة شخص بأنها مرتفعة غير دقيق علميًا، والأفضل أن يتم قياس درجة حرارة الشخص باستخدام الترمومتر لمعرفة قيمتها فيُقال أن درجة حرارته (40°C) مثلاً.

عناصر القياس:

❶ الكميات الفيزيائية ❷ أدوات القياس ❸ وحدات القياس

الكميات الفيزيائية

- نحن نتعامل في حياتنا مع كميّات فيزيائية مثل الكتل والزمن والطول والحجم والتي نحتاج إلى قياسها بدقة.
- يمكن تصنيف الكميات الفيزيائية حسب الاشتقاق إلى:

وجه المقارنة	الكميات الفيزيائية	الكميات الفيزيائية المشتقة
التعريف	كمية فيزيائية لا تعرف بدلالة كمية فيزيائية أخرى.	كميات فيزيائية تعرف بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية.
	الكميات التي لا يمكن اشتقاقها (استنتاجها) من كميات أخرى.	الكميات التي يمكن اشتقاقها (استنتاجها) بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية.
أمثلة	الطول / الزمن / الكتلة. • طول المسطرة $20\ cm$. • قطع المتسابق مسافة $5\ Km$. • كتلة البرتقال $2\ Kg$.	المساحة / الحجم / السرعة / العجلة. • مساحة المستطيل = الطول × العرض • حجم متوازي المستطيلات = الطول × العرض × الارتفاع أي أن: المساحة والحجم مشتقان من الطول.

لاحظ:

كل ما يمكن قياسه يعتبر كمية فيزيائية مثل:

١ كتلة تفاحة = $200\ g$، وتُقاس بالميزان الرقمي. ٢ وزن تفاحة = $2N$، وتُقاس بالميزان الزنبركي.

٣ الرائحة والطعم ليست كميات فيزيائية وليست لها وحدات قياس.

تكامل الفيزياء مع الرياضيات

- يتم التعبير عن الكميات الفيزيائية وعلاقتها ببعضها البعض بالمعادلات الرياضية.

مثال: لحساب سرعة جسم هناك علاقة بين المسافة التي قطعها الجسم والزمن المستغرق لقطع هذه المسافة:

(السرعة = المسافة ÷ الزمن)

- لكل معادلة فيزيائية مدلول معيّن يُسمى المعنى الفيزيائي.
- **المعادلة الرياضية الفيزيائية:** هي صورة مختصرة لتوصيف فيزيائي ذات مدلول معين.

أدوات القياس

قديمًا:

اتخذ الإنسان في الماضي:

① **أجزاء من جسمه (كمقاييس للطول):** مثل الذراع وكف اليد والقدم.

② **الظواهر الطبيعية (كمقاييس للزمن):** مثل شروق وغروب الشمس ودورة القمر.

حديثًا:

تطوّرت أدوات القياس تطورًا هائلاً في إطار التطوّر الصناعي الضخم عقب الحرب العالمية الثانية فساعدت الإنسان على وصف الظواهر بدقة والتوصّل إلى حقائق الأشياء.

الخلاصة:

- تختلف أداة القياس المستخدمة تبعًا للكمية الفيزيائية المُراد قياسها.
- أوّل خطوة لقياس أيّ كمية فيزيائية هي تحديد أداة القياس المناسبة لهذا القياس.

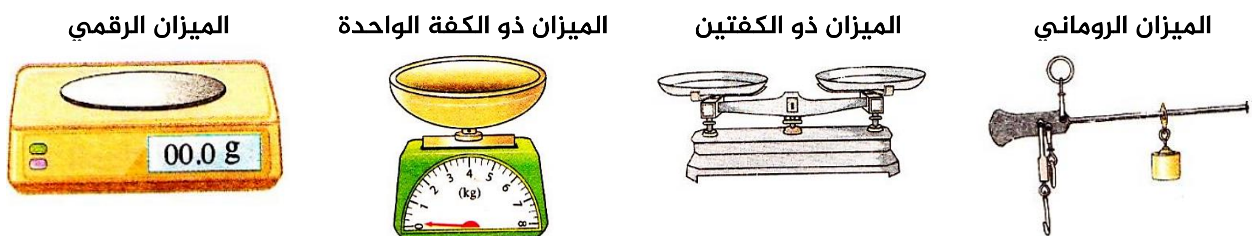
(1) الطول

المسطرة | الشريط المتري | القدمة ذات الورنية | الميكرومتر



(2) الكتلة

الميزان الروماني | الميزان ذو الكفتين | الميزان ذو الكفة الواحدة | الميزان الرقمي



(3) الزمن

الساعة الرملية



ساعة البندول



ساعة الإيقاف



الساعة الرقمية

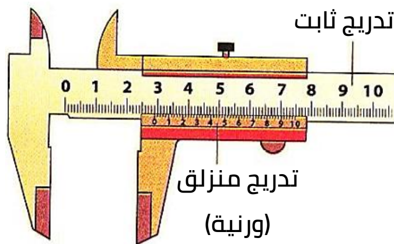


قياس الأطوال باستخدام القدمة ذات الورنية

الغرض من التجربة:

قياس الأطوال الصغيرة جدًا بدقة عالية.

الجهاز المستخدم:



① **تدريج ثابت (القسم الواحد = $1\ mm$).**

② **تدريج منزلق (ورنية) يتحرك بمحاذاة التدريج الثابت ومقسم إلى عدة أقسام (القسم الواحد = $0.9\ mm$) وبالتالي فإن القسم على تريج الورنية أقل من القسم على التدريج الثابت بمقدار $0.1\ mm$.**

الخطوات:

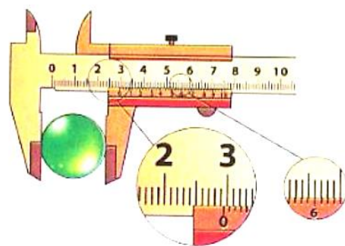
① **يوضع الجسم بين فكيّ القدمة ويُضغط عليه ضغطًا خفيفًا.**

② **تدوّن قراءة التدريج الثابت الذي يسبق صفر الورنية.**

③ **تؤخذ قراءة الورنية بالبحث عن خط الورنية الذي ينطبق على قسم من أقسام التدريج الثابت وضربها في الفرق بين التدريج الثابت والتدريج المنزلق ($0.1\ mm$)، أي أن: قراءة الورنية = قراءة التدريج × 0.1**

④ **نضيف قيمة قراءة التدريج الثابت إلى قيمة تدريج الورنية لنحصل على الطول المراد قياسه.**

مثال:



عند وضع كرة بين فكيّ القدمة وجد أن التدريج الثابت $(x) = 29\ mm$، والخط السادس بالورنية انطبق على خط التدريج الثابت فيكون:

- **تدريج الورنية** $(x) = 6 \times 0.1 = 0.6\ mm$
- **الطول المقاس** $= X + x = 29 + 0.6 = 29.6\ mm$

وحدات القياس

- التعبير عن الكمية الفيزيائية يحتاج ذكر القيمة العددية مع ذكر وحدة القياس.
- بدون استخدام وحدات القياس يصبح الكثير من المهام التي نقوم بها في حياتنا اليومية عديمة المعنى.

أمثلة:

① كتلة جسم ما تساوي (5) دون ذكر الوحدة المستخدمة ليس لها معنى وهذا يجعلنا نتساءل، هل وحدة القياس هي الجرام أم الكيلو جرام أم الطن؟ — كتلة جسم = (5) ×

② عندما نقول أن الكتلة تساوي $(5\ Kg)$ نكون قد أوضحنا الكمية إيضاحًا تامًا فلابد من وجود وحدة قياس تميّز الكميات الفيزيائية. — كتلة جسم = $(5\ Kg)$ ✓

- يحتاج الناس إلى وحدة قياس للكمية الفيزيائية يتفق عليها الناس في المجتمع الواحد وكذلك بين المجتمعات المختلفة وهذا يؤدي إلى اختلاف بعض نظم القياس.

يوجد في العالم عدّة أنظمة لتحديد الكميات الفيزيائية الأساسية ووحدات قياسها ومنها:

1. النظام الفرنسي.
2. النظام البريطاني.
3. النظام المتري، الذي تمّ تطويره ليصبح النظام الدولي (النظام المتري المعاصر).

الكمية الأساسية	وحدات القياس		
	النظام الفرنسي (نظام جاوس) $(C.G.S)$	النظام البريطاني $(F.P.S)$	النظام المتري $(M.K.S)$
الطول	سنتميتر	قدم	متر
الكتلة	جرام	باوند	كيلوجرام
الزمن	ثانية	ثانية	ثانية

النظام الدولي للوحدات (SI):

- يستخدم في جميع المجالات العلمية المختلفة في العالم.
- تم الاتفاق في المؤتمر العالمي للمقاييس والموازين الحادي عشر الذي عُقد عام 1960م على إضافة أربع وحدات للنظام المتري السابق وأصبح على الصورة:

م	الكمية		الوحدة في النظام الدولي	
1	الطول	(L)	المتر	$Meter\ (m)$
2	الكتلة	(M)	كيلوجرام	$Kilogram\ (kg)$
3	الزمن	(t)	ثانية	$Second\ (s)$
4	شدة التيار الكهربي	(I)	أمبير	$Ampere\ (A)$
5	درجة الحرارة المطلقة	(T)	كلفن	$Kelvin\ (K)$
6	كمية المادة	(n)	مول	$Mole\ (mol)$
7	شدة الإضاءة	(I_v)	الكانديلا	$Candela\ (cd)$
	ثم أضيفت وحدتان إضافيتان هما:			
8	الزاوية المسطحة		راديان	$Radian$
9	الزاوية المجسمة		استرديان	$Steradian$

لاحظ

(1) يمكن اشتقاق جميع وحدات النظام الدولي الأخرى من هذه الوحدات الأساسية فمثلاً وحدة قياس الحجم (m^3) هي وحدة مشتقة من وحدة قياس الطول (m).

(2) يمكن تحويل جميع وحدات الأنظمة الأخرى إلى النظام الدولي.

للاطلاع فقط

القدم = 0.3048 متر

الباوند = 0.454 كجم

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. مقارنة كمية مجهولة بأخرى معيارية .... (الضبط – القياس – الدقة – الإتقان)

2. المقارنة بين طول شخص ما بطول معروف هي .... (الدقة – التقدير – القياس – المعايرة)

3. 📖 من الكميات الفيزيائية المشتقة .... (الزمن – الطول – الكتلة – السرعة)

4. ✍ من الكميات الفيزيائية الأساسية .... (الزمن – السرعة – القوة – العجلة)

5. ليس من الكميات الدولية الأساسية .... (الطول – الثقل – الزمن – الكتلة)

6. إحدى الكميات التالية ليست كمية مشتقة هي ....
(وزن كمية من التفاح – ارتفاع جدار الفصل – سرعة الطائرة – قوة دفع الرياح)

7. أي من الجمل التالية يعبّر عن كمية مشتقة ....
   - طول فصل $3m$
   - إزاحة جسم متحرك $60\ m$ غربًا
   - كتلة سبيكة من النحاس $2\ kg$
   - سرعة جسم $5\ m/s$ شمالاً

8. أي من الكميات الآتية يعتبر كمية أساسية ....
(مساحة المثلث – وزن الكتاب – نصف قطر الدائرة – حجم سائل)

9. من الأدوات التي تستخدم لقياس الأطوال القصيرة جدًا ...
(الميكرومتر – الميزان – ساعة الإيقاف – لا توجد إجابة صحيحة)

10. أي من الأجهزة الآتية تستخدم بحيث تكون الدقة في القياس $0.001\ m$ ....
(شريط قياس طوله $30\ m$ – مسطرة طولها متر – القدمة ذات الورنية – مسطرة طولها $30\ cm$)

11. حصل اللاعب محمد صلاح على ميدالية ذهبية أبعادها $12.7\ mm$، $4.35\ mm$، $22.3\ mm$ فإن الأداة المناسبة لقياس أبعادها ....
(المسطرة المدرجة – القدمة ذات الورنية – الشريط المتري – المخبار المدرج)

12. عند قياس كتلة قطعة من الألماظ يستخدم ....
(الميزان الرقمي – الميزان الروماني – الميكرومتر – الميزان المعتاد)

13. تُقاس الزاوية المحصورة بين ضلعين في النظام الدولي بوحدة ....
(الكانديلا – الراديان – الاسترديان – المتر)

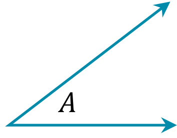
14. أي أداة من الأدوات التالية مناسبة لقياس كمية مادة كيميائية لاستخدامها في تفاعل كيميائي:
(الميزان الروماني – الميزان ذو الكفتين – الميزان ذو الكفة الواحدة – الميزان الرقمي)

15. القسم على تدريج الورنية أقل من القسم على التدريج الثابت بمقدار ....
($0.1\ mm$ – $0.01\ mm$ – $0.1\ cm$ – $0.01\ cm$)

16. من وحدات القياس الأساسية في النظام الإنجليزي .... (الأمبير – الدرجة المطلقة – القدم – المول)

17. وحدة قياس الزاوية A في الرسم تكون ....

(كانديلا – درجة – استرديان – راديان)



18. تقاس المسافة بالقدم في النظام ....

(الدولي الحديث – البريطاني – الفرنسي)

19. يتفق النظام الفرنسي (نظام جاوس) والنظام البريطاني والنظام المتري في أن جميعهم يقيس ....

(الطول بالمتر – الكتلة بالباوند – الزمن بالثانية)

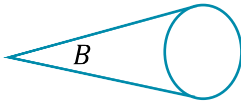
20. من الوحدات التي لا تشتق بدلالة وحدات أخرى ....

(الكلفن – النيوتن – المتر- الوات)

21. في النظام الدولي يتخذ الأمبير وحدة أساسية لقياس .....

(شدة التيار الكهربي – الشحنة الكهربية – الطول – شدة الإضاءة)

22. وحدة قياس الزاوية B في الرسم تكون ....



(كانديلا – درجة – كمية مشتقة – كمية عددية – كمية متجهة)

23. الكمية الفيزيائية التي لا تعتمد على أي كمية فيزيائية أخرى في قياسها تسمى ....

(كمية أساسية – كمية مشتقة – كمية عددية – كمية متجهة)

24. طول الطاولة يساوي $3\ m$ فإن العدد 3 يمثل ....

(المرجع الأساسي – الوحدة – القيمة – الكمية)

25. أي من التالي ليس من متطلبات الوحدة القياسية؟

- يجب أن تكون نفسها لجميع الكميات.
- يجب أن تكون معرّفة ومحددة.
- يجب أن تكون مقبولة عالميًا.
- يجب أن تكون محددة المكان والزمان.

2 مضاعفات وكسور الوحدات

- في عملية القياس توصف الكمية الفيزيائية برقم عددي ووحدة قياس قد تكون:
  ١ كبيرة جدًا: مثل المسافة بين النجوم كبيرة جدًا وتقدّر بحوالي $(100{,}000{,}000{,}000{,}000\ m)$.
  ٢ صغيرة جدًا: مثل المسافة بين الذرات في الجوامد وتقدّر بحوالي $(0.000000001\ m)$.

- نظرًا للصعوبة الكبيرة في قراءة هذه الأرقام يفضّل التعبير عنها وكتابتها باستخدام الرقم 10 مرفوعًا لأس معيّن وبهذه الطريقة يمكن كتابة:
  ١ المسافة بين النجوم على الصورة $(1 \times 10^{17}\ m)$.
  ٢ المسافة بين الذرات في الجوامد على الصورة $(1 \times 10^{-9}\ m)$.

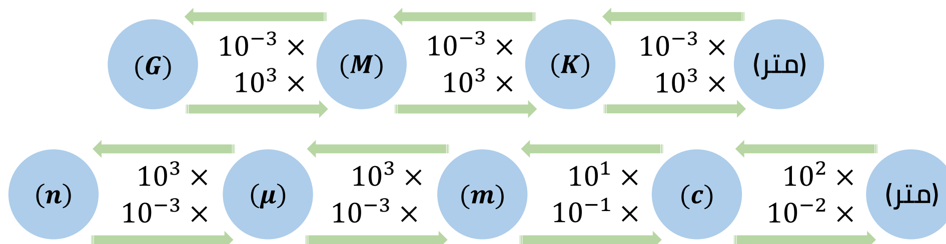
- تُسمى هذه الطريقة في التعبير عن الكميات الفيزيائية بـ (الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد).

الصيغة المعيارية لكتابة الأعداد: هي طريقة للتعبير عن الكميات العددية الكبيرة جدًا أو الصغيرة جدًا باستخدام الرقم 10 مرفوعًا لأس معيّن.

- تم الاتفاق على أسماء محددة للصيغة المعيارية لكتابة الأعداد وهي موضحة بالجدول التالي:

المعامل	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-3}	10^{6}	10^{9}
المسمى	نانو	ميكرو	مللي	سنتي	كيلو	ميجا	جيجا
الرمز	n	μ	m	c	k	M	G

- يتميّز النظام الدولي للوحدات بسهولة حساب مضاعفات وكسور جميع الوحدات على أساس القاعدة 10 مما يجعل الحسابات أكثر سهولة من استخدام الأنظمة الأخرى.



أمثلة محلولة:

① خزان يبلغ حجم الماء فيه $(9\ m^3)$ أوجد حجم الماء بوحدة (cm^3).

الحل: $9\ m^3 = 9(100\ cm)^3 = 9 \times 10^6\ cm^3$

② تيار كهربي شدته 7 مللي أمبير $(7\ mA)$، عبّر عن شدة هذا التيار بوحدة الميكرو أمبير (μA).

الحل: $1\ \mu A = 10^{-6} A, 1\ mA = 10^{-3} A$

بقسمة العلاقتين السابقتين ينتج أن: $(1\ mA \div 1 \mu A) = 10^3$

أي أن: $1\ mA = 10^3 \mu A$

وبضرب الطرفين في (7) نجد أن: $7\ mA = 7 \times 10^3 \mu A$

معنى هذا أن: 7 مللي أمبير = 7000 ميكرو أمبير.

الوحدات المعيارية

- بحث العلماء عن التعريفات الأكثر دقة لكل وحدة من وحدات قياس الكميات الأساسية فأعدوا نموذج مثالي لهذه الوحدة يتميّز بـ:
  ① الدقة إلى أقصى حد ممكن.
  ② الثبات باختلاف الظروف المحيطة (مرور الزمن وتغيّر المكان)
- يطلق على هذه النماذج اسم الوحدات المعيارية ومن أمثلتها:

(1) معيار الطول (المتر العياري)

- يعتبر الفرنسيون أوّل مَن استخدم المتر كوحدة عيارية لقياس الطول.
- تغيّر تعريف المتر بحثًا عن التعريف الأكثر دقة.



المتر العياري: هو المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتي ساق من سبيكة البلاتين – الإيريديوم محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس في المكتب الدولي للموازين والمقاييس بالقرب من باريس.

معلومة إثرائية: في عام 1960م اتفق العلماء في المؤتمر الدولي للموازين والمقاييس على إمكانية استبدال المتر العياري السابق بأحد الثوابت الذرية وفقًا للتعريف الآتي:

المتر العياري الجديد (الذري): هو عدد معلوم (165763.74) من الأطوال الموجية للضوء الأحمر البرتقالي المنبعث في الفراغ من ذرات نظير عنصر الكريبتون ذي الكتلة الذرية 86 في أنبوبة تفريغ كهربائي بها غاز الكريبتون.

يمتاز المتر العياري الذري بأنه أكثر دقة (نسبة الخطأ فيه صغيرة جدًا) حيث:

① غير قابل للتلف. ② لا يتأثر طوله بالتغيّر في درجة الحرارة.

(2) معيار الكتلة (الكيلو جرام العياري)

يستخدم لمعايرة الكيلو جرام (وحدة قياس الكتلة) الكيلو جرام العياري.



الكيلو جرام العياري: هو كتلة أسطوانة من سبيكة البلاتين – الإيريديوم ذات أبعاد محددة محفوظة عند درجة الصفر سيلزيوس في المكتب الدولي للموازين والمقاييس بالقرب من باريس.

معلومة إضافية: الأبعاد المحددة للأسطوانة طولها = قطرها = $39\ mm$.

تمتاز سبيكة البلاتين والإيريديون عن المواد الأخرى مثل الزجاج بـ:

① الصلابة. ② عدم التفاعل مع الوسط المحيط. ③ لا تتأثر كثيرًا بتغيّر درجة الحرارة.

معلومة إضافية: سبيكة البلاتين – الإيريديوم تتكوّن من 90% بلاتين، 10% إيريديوم.

(3) معيار الزمن (الثانية)

قديمًا:

استخدم الإنسان الليل والنهار واليوم وسيلة للعثور على مقياس ثابت وسهل لوحدة الزمن (الثانية) حيث أن:

اليوم = 24 ساعة = 24 × 60 دقيقة = 24 × 60 × 60 ثانية = 86400 ثانية.

الثانية: تساوي $\frac{1}{86400}$ من اليوم الشمسي المتوسط.

حديثًا:

- **اقترح العلماء استخدام الساعات الذرية مثل ساعة السيزيوم لقياس الزمن وهي غاية في الدقة.**
- **تستخدم الساعات الذرية في دراسة عدد كبير من المسائل ذات الأهمية العلمية والعملية مثل:**
  1. **تحديد مدة دوران الأرض حول نفسها (زمن اليوم).**
  2. **تحسين الملاحة الجوية والأرضية.**
  3. **تدقيق رحلات سفن الفضاء لاكتشاف الكون.**

معلومة إثرائية: **يمكن تعريف الثانية باستخدام ساعة السيزيوم على أنها (الفترة الزمنية اللازمة لينبعث من ذرة السيزيوم 133 عدد من الموجات يساوي 9192631700 موجة).**

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. $℃ = 0K$ .... $(-273 - 273 - 327 - -327)$
2. **الترتيب الصحيح لوحدات القياس التالية من الأصغر للأكبر هو ....**
   - ميكرومتر - نانومتر - سنتيمتر - ملليمتر.
   - نانومتر - ميكرومتر - سنتيمتر - ملليمتر.
   - نانومتر - ميكرومتر - ملليمتر - سنتيمتر.
   - سنتيمتر - ملليمتر - ميكرومتر - نانومتر.
3. **النانومتر (nm) هو كسر وحدة الطول ويعادل m ....** $(10^{-2} - 10^{-9} - 10^{-5})$
4. **الميكروجرام يساوي .... كيلو جرام.** $(10^{3} - 10^{-6} - 10^{-9} - 10^{-3})$
5. **شدة تيار تقدر بـ $7\ mA$ فإنها تساوي μA ....** $(7 \times 10^{3} - 7 \times 10^{-6} - 7 \times 10^{-3})$
6. $0.01\ mg$ **يساوي** g .... $(10^{-3} - 10^{-4} - 10^{-5})$
7. **الفيمتو ثانية = ... ميكروثانية.** $(10^{6} - 10^{-6} - 10^{-9} - 10^{-15})$
8. 5×10^{9} **ملليمتر = ... متر.** $(5 \times 10^{9} - 5 \times 10^{6} - 5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{15})$
9. **3 سم² تقابل .... ميكرومتر².** $(9 \times 10^{8} - 3 \times 10^{8} - 3 \times 10^{-4})$
10. $0.1\ nm = mm$ .... $(10^{5} - 10^{-7} - 10^{-6} - 10^{6})$
11. $0.1\ mg$ **يساوي** .... $(10^{-3}g - 10^{-6}g - 10^{-4}Kg - 10^{-7}Kg)$
12. **إذا كان نصف قطر ذرة الهيدروجين $0.053\ nm$ فهذا يعني أن نصف قطرها بالمتر ....**
    $(53 \times 10^{-12} - 0.53 \times 10^{-10} - 5.3 \times 10^{-11}m -$ **جميع ما سبق**$)$
13. 0.0003 **يمكن كتابتها على الصورة ....** $(3 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{3} - 4 \times 10^{4})$
14. **200 مللي جرام = ... جرام** $(2 \times 10^{-1} - 2 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-6})$

15. أي القيم التالية يساوي 86.2 ....

($862 \times 10^{10} \mu m$ - $0.862\ mm$ - 8.62×10^{-4} - $8.62\ m$)

16. محطة إذاعية ترسل موجاتها بتردد 2×10^{8} هرتز فيكون ترددها .... ميجا هرتز.

(200 - 2 - 20 - 0.2)

17. واحد كيلو متر = ... مللي متر.

(10^{-9} - 10^{-6} - 10^{9} - 10^{6})

18. إذا كان نصف قطر فيروس $3.2\ nm$ فإن قيمة قطر الفيروس تساوي ....

($3.2 \times 10^{-3} \mu m$ - $6.4 \times 10^{-7} m$ - $3.2 \times 10^{-6} m$ - $6.4 \times 10^{-3} \mu m$)

19. المليمتر = ... نانومتر.

(10^{-6} - 10^{3} - 10^{-3} - 10^{6})

20. 0.1 مللي جرام = ... كيلو جرام.

(10^{-5} - 10^{-6} - 10^{-7} - 10^{-4})

21. السبيكة التي استخدمت لصناعة الكيلو جرام العياري هي سبيكة ....

(الذهب والنحاس - السيزيوم والكربتون - البلاتين والإيريديوم - لا توجد إجابة صحيحة)

22. لتدقيق رحلات سفن الفضاء واكتشاف الكون نستخدم ....

(الكيلو جرام العياري - المتر العياري - الساعة الذرية - جميع ما سبق)

23. سبيكة (البلاتين - إيريديوم) تتميّز بالصلابة وعدم التفاعل مع الوسط المحيط بها عند ....

(الاختيار الأول والثالث معًا - $273°K$ - $0°K$ - $0°C$)

3 صيغة الأبعاد

- اصطلح العلماء على تعريف محدد لكل كمية فيزيائية يتم الاتفاق عليه عالميًا.

مثال: تعريف السرعة الجاري في جميع أنحاء العالم (هي معدل تغيّر المسافة بالنسبة للزمن) = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

- نرمز للطول بالرمز (L) وللكتلة بالرمز (M) وللزمن بالرمز (T).
- عند التعبير عن تعريف السرعة بدلالة الرموز السابقة نحصل على صيغة أبعاد السرعة.

مثال: السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$ = $\frac{\text{الطول}}{\text{الزمن}}$ $\qquad v = \frac{Distance}{time} = \frac{L}{T} = LT^{-1}$

الخلاصة:

يمكن التعبير عن معظم الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية (الطول والكتلة والزمن) مرفوع كل منها لأس معيّن ويكتب التعبير الناتج على الصورة الآتية: $[A] = M^{\pm a}L^{\pm b}T^{\pm c}$ حيث A هي الكمية الفيزيائية، a, b, c هي أبعاد L, M, T على الترتيب.

صيغة الأبعاد: هي صيغة تعبّر عن الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة أبعاد الكميات الفيزيائية الأساسية وهي الكتلة والطول والزمن مرفوع كل منها لأس معين.

خطوات كتابة صيغة الأبعاد:

① كتابة العلاقة الرياضية التي تعبّر عن الكمية الفيزيائية المطلوبة تعيين صيغة أبعادها.

② كتابة العلاقة الرياضية بدلالة الكميات الفيزيائية الأساسية (M, L, T).

③ رفع الرموز M, L, T إلى الأس المناسب.

- في حالة عدم وجود أي من الكميات الفيزيائية (الكتلة - الطول - الزمن) في العلاقة يمثل بعدها بـ: L^0 أو M^0 أو T^0 حيث $X^0 = 1$ فلا تكتب.
- نحصل على وحدة القياس بالتعبير عن صيغة الأبعاد بالوحدات المناسبة ففي المثال السابق صيغة أبعاد السرعة LT^{-1} وبالتالي تقاس السرعة بوحدة متر/ ثانية (ms^{-1}).

مثال: أوجد صيغة أبعاد القوة علمًا بأن: القوة = الكتلة × العجلة

الحل:

$$F = ma = m\frac{v}{t} = m\frac{x/t}{t}$$

$$F = M.\frac{L/T}{T} = M\frac{LT^{-1}}{T} = MLT^{-2}$$

الكميات الفيزيائية	علاقتها مع الكميات الأخرى	صيغة الأبعاد	وحدة القياس
المساحة (A)	الطول × العرض	$L \times L = L^2$	m^2
الحجم (V)	الطول × العرض × الارتفاع	$L \times L \times L = L^3$	m^3
الكثافة (ρ)	الكتلة / الحجم	$\frac{M}{L^3} = ML^{-3}$	$\frac{Kg}{m^3}$
السرعة (v)	المسافة / الزمن	$\frac{L}{T} = LT^{-1}$	$\frac{m}{s}$
العجلة (a)	السرعة / الزمن	$\frac{LT^{-1}}{T} = LT^{-2}$	m/s^2
القوة (F)	الكتلة × العجلة	$M \times LT^{-2} = MLT^{-2}$	$Kg.\frac{m}{s^2} = N$
الشغل (W)	القوة × الإزاحة	$MLT^{-2} \times L = ML^2T^{-2}$	$Kg.\frac{m^2}{s^2} = J$
الضغط (P)	قوة / مساحة	$\frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$	$\frac{N}{m^2}$
القدرة (P_w)	شغل / زمن	$\frac{ML^2T^{-2}}{T} = ML^2T^{-3}$	$\frac{J}{s} = W$
التردد (v)	1 / الزمن الدوري	$\frac{1}{T} = T^{-1}$	$Hz = s^{-1}$

قبل حل مسائل على صيغة الأبعاد يجب معرفة بعض الملاحظات

الملاحظة	مثال
عند جمع أو طرح كميتين فيزيائيتين يجب أن تكونا من نفس النوع ولهما نفس صيغة الأبعاد ونفس وحدة القياس.	يمكن جمع كتلة $2\ kg$ مع كتلة $2\ kg$ لا يمكن طرح كتلة $2\ kg$ مع مسافة $2\ m$.
إذا كانت وحدة القياس مختلفة لكميتين من نفس النوع فيجب أن نحول وحدة قياس إحداهما إلى وحدة قياس الأخرى لكي يمكن جمع أو طرح الكميتين.	$1\ m + 170\ cm$ $= 100\ cm + 170\ cm$ $= 270\ cm$
لا يمكن جمع أو طرح صيغة الأبعاد.	$LT^{-1} + LT^{-1} = LT^{-1} \neq 2\ LT^{-1}$ $LT^{-1} - LT^{-1} = LT^{-1} \neq 0$
يمكن ضرب وقسمة الكميات الفيزيائية التي ليس لها نفس صيغة الأبعاد وفي هذه الحالة نحصل على كمية فيزيائية جديدة.	عند قسمة المسافة على الزمن تنتج السرعة. عند ضرب السرعة في الكتلة ينتج كمية التحرك.
الثوابت العددية ليس لها وحدة قياس أو صيغة أبعاد.	${}^{1}/_{3} - 5 - \pi$
الدول المثلثية ليس لها وحدة قياس أو صيغة أبعاد.	$sin - cos - tan$

أهمية صيغة الأبعاد

تستخدم في اختبار مدى صحة القوانين حيث يجب أن تكون صيغة أبعاد كل من طرفي المعادلة متماثلة وهو ما يُسمى (تحقيق تجانس الأبعاد للمعادلة).

إذا كانت صيغة أبعاد الطرف الأيمن = صيغة أبعاد الطرف الأيسر

فإن: المعادلة قد تكون صحيحة (العلاقة ممكنة).

أي أن: وجود نفس صيغة الأبعاد على طرفي المعادلة لا يضمن صحتها (لا يكفي لإثبات صحتها).

السبب: قد يحتوي القانون على ثابت عددي قيمته خاطئة تخل بصحة القانون.

مثال: $KE = 3\,mv^2$ الطرفان لهما نفس صيغة الأبعاد ولكن الثابت 3 غير صحيح والصحيح $KE = \frac{1}{2}\,mv^2$

إذا كانت صيغة أبعاد الطرف الأيمن ≠ صيغة أبعاد الطرف الأيسر

فإن: المعادلة تكون غير صحيحة.

أي أن: اختلاف صيغة الأبعاد على طرفي المعادلة يؤكد خطأها (يكفي لإثبات خطأها).

- يكفي استخدام صيغة الأبعاد لإثبات خطأ القوانين ولا يكفي لإثبات صحتها لأن عدم تطابق صيغة الأبعاد بين طرفي المعادلة يعني أن المعادلة غير ممكنة فيزيائية ويكون القانون خاطئ، ولكن تطابقهما لا يعني بالضرورة صحة القوانين فقد يحتوي القانون على ثابت عددي قيمته خاطئة تخل بصحة القانون.
- لا يمكن إضافة سرعة إلى قوة لأنه لا يمكن إضافة كمية فيزيائية إلى أخرى إلا إذا كان لها نفس صيغة الأبعاد والسرعة صيغة أبعادها LT^{-1} والقوة صيغة أبعادها MLT^{-2}.

أمثلة محلولة:

① اختبر مدى صحة العلاقة: طاقة الحركة = $\frac{1}{2}$ الكتلة × مربع السرعة، إذا علمت أن صيغة أبعاد الطاقة هي:

الحل: صيغة أبعاد الطرف الأيمن: ML^2T^{-2}

صيغة أبعاد الطرف الأيسر هي: $M\frac{L^2}{T^2} = ML^2T^{-2}$

النتيجة: صيغة أبعاد طرفي المعادلة متطابقة.

الاستنتاج: العلاقة ممكنة.

② اقترح أحد الأشخاص أن حجم الأسطوانة يتعيّن من العلاقة $V = \pi rh$ حيث (r) هي نصف القطر، (h) ارتفاع الأسطوانة، استخدم صيغة الأبعاد لكي تتحقق من صحة هذه المعادلة.

الحل: صيغة أبعاد الطرف الأيسر (الحجم) = L^3

صيغة أبعاد الطرف الأيمن (طول × طول) = L^2

النتيجة: صيغة أبعاد طرفي المعادلة غير متطابقة.

الاستنتاج: العلاقة خطأ.

③ تخضع حركة تحت تأثير الجاذبية الأرضية للعلاقة: $V_f = V_i + gt$ اختبر مدى صحة هذه العلاقة باستخدام صيغة الأبعاد علمًا بأن g هي عجلة الجاذبية الأرضية، t الزمن، V_f السرعة النهائية، V_i السرعة الابتدائية

الحل: صيغة أبعاد الطرف الأيسر (السرعة) = LT^{-1}

صيغة أبعاد الطرف الأيمن (سرعة + عجلة × زمن) = $LT^{-1} = LT^{-1} + (LT^{-2}.T)$

النتيجة: أبعاد طرفي المعادلة متطابقة.

الاستنتاج: العلاقة ممكنة.

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. صيغة أبعاد العجلة .... $(LT\ LT^{-1} - LT^{-2} - L^2T^{-1})$

2. إذا كانت صيغة أبعاد كمية فيزيائية هي MLT^{-2} فإن وحدة قياسها ....

$(Kg.m^2.s^{-2} - Kg.m^{-1}.s^{-2} - Kg.m^{-1}.s^{-1} - Kg.m.s^{-2})$

3. إذا كانت وحدة قياس أحد الكميات الفيزيائية هي $Kg/m.s^2$ فإن صيغة أبعادها ....

$(MLT^2 - ML^{-1}T^2 - MLT - ML^{-1}T^{-2})$

4. وحدة قياس الكثافة هي .... $(Kg.m^{-3} - Kg.m^{-2} - kg.m^{-1})$

5. إذا كانت وحدة قياس الضغط هي كجم/ م.ث^2 فإن صيغة أبعاده ....

$(MLT^{-2} - ML^{-1}T^{-2} - ML^{-1}T^{-1})$

6. إذا كانت صيغة أبعاد أحد الكميات الفيزيائية هي $M^0L^0T^{-1}$ فإن وحدة قياس هذه الكمية ....

$(Kg.m - Kg.m.s - s^{-1} - Kg.m/s)$

7. صيغة أبعاد الكتلة في النظام الدولي .... $(M^0LT^0 - MLT^{-2} - MLT - ML^0T^0)$

8. إذا كان $x = yz$ وصيغة أبعاد x هي MLT^{-2} وصيغة أبعاد y هي M^0LT^{-2} فإن صيغة أبعاد z هي ...

$(M^{-1}LT - M^0LT - MLT - ML^0T^0)$

9. نحصل على كمية فيزيائية جديدة عند ....

- جمع كميات فيزيائية لها نفس صيغة الأبعاد.
- طرح كميات فيزيائية لها نفس صيغة الأبعاد.
- ضرب كميات فيزيائية ليس لها نفس صيغة الأبعاد.
- لا توجد إجابة صحيحة.

10. تستخدم صيغة الأبعاد في ....

- استنتاج وحدة قياس الكميات المشتقة.
- اختبار صحة القوانين.
- استنتاج وحدة قياس الثوابت الفيزيائية.
- جميع ما سبق

11. وحدة قياس القوة في النظام الدولي (SI) هي النيوتن وتكافئ ....

$(Kg.m^2.s^{-2} - Kg.m^2.s^{-1} - Kg.m.s^{-2} - Kg.m.s)$

12. إذا كان $x = 10g$، $y = 10\ kg$ فإن قيمة $x + y$ هي ....

ⓐ $20\ kg$ ⓑ $100.1\ g$ ⓒ $100.01\ kg$ ⓓ $10.01\ g$

13. إذا كانت صيغة أبعاد كمية فيزيائية هي $M^xL^xT^{-2x}$ حيث x رقم صحيح فإن هذه الكمية من الممكن أن تكون ....

ⓐ القوة. ⓑ العجلة. ⓒ الشغل. ⓓ السرعة.

14. إذا كانت صيغة أبعاد A هي ML^2T^{-2} وصيغة أبعاد B هي ML^2T^{-2} فإن $(A + 2B)$ ....

ⓐ لها صيغة أبعاد ML^2T^{-2} ⓑ لها صيغة أبعاد $M^2L^4T^{-2}$

ⓒ لها صيغة أبعاد $M^3L^6T^{-6}$ ⓓ ليس لها معنى.

15. إذا كانت الكميات الفيزيائية، لها أبعاد مختلفة، أي العمليات الحسابية التالية ذات معنى فيزيائي؟

ⓐ $A + B$ ⓑ $B - A$ ⓒ $A \div B - A$ ⓓ AB

16. مستعيناً بالعلاقات الرياضية التالية التي تعبر عن كميتين فيزيائيتين:
الكمية (A) = $^1/_2$ × كتلة الجسم × مربع سرعته $(E_k = {^1/_2}\, mv^2)$
الكمية (B) = القوة × الإزاحة $(W = F)$
فإن صيغة الأبعاد (ML^2T^{-2}) ....
(أ) تعبر عن الكمية (A) فقط.
(ب) تعبر عن الكمية (B) فقط.
(ج) تعبر عن كل من الكميتين $(B), (A)$
(د) لا تعبر عن أي من الكميتين.

17. إذا علمت أن (القدرة تساوي الشغل ÷ الزمن) فإن وحدة قياس القدرة في النظام الدولي ....
(أ) $Kg.m^2.s^{-2}$
(ب) $Kg.m^3.s^{-2}$
(ج) $Kg.m^2.s^{-3}$
(د) $Kg.m^{-2}.s^{-3}$

18. معادلة أبعاد القوة ووحدة قياسها على الترتيب ....
(أ) $Kg.ms^2 - MLT^1$
(ب) $Kg.m/s^2 \; - MLT^2$
(ج) $Kg.m/s^2 - ML^2T$
(د) $Kg.m/s^2 - ML^{-2}T^2$

19. إذا فرض أن العلاقة $(d = Nt^2)$ حيث d هي المسافة، t هو الزمن فإن صيغة أبعاد N هي ....
(أ) LT^{-2}
(ب) LT^2
(ج) LT^{-3}
(د) LT^{-1}

20. إذا كانت صيغة أبعاد كمية فيزيائية هي $M^xL^xT^{x-3}$ حيث x رقم صحيح فإن هذه الكمية من الممكن أن تكون ....
(أ) القوة.
(ب) العجلة.
(ج) الشغل.
(د) السرعة.

21. أيّ الكميات الآتية لها نفس صيغة الأبعاد؟
(أ) $F \div t, mv$
(ب) $Ft, m \div v$
(ج) Ft, mv
(د) Fv, mt

22. إذا كانت $X = Y.Z.D$ وكانت أبعاد (X) $ML^{-1}T^{-2}$ وأبعاد (Y) $ML^{-3}T^0$ وأبعاد M^0LT^{-2} فتكون وحدة قياس الكمية الفيزيائية (D) هي ....
(أ) m/s
(ب) m
(ج) N
(د) J

23. إذا كان الصيغة العامة لصيغة الأبعاد هي $M^XL^YT^Z$ وهي تمثل أبعاد القوة فإن $[(Y + Z)^2 + X]$ = ...
(أ) 3
(ب) 4
(ج) 1
(د) 2

24. إذا كانت صيغة أبعاد X هي L^2T^{-2} وصيغة أبعاد Y هي ML^{-1}، فأي صف في الجدول التالي يعبّر عن صيغة الأبعاد لكل كمية فيزيائية موضحة؟

	XY	$Y \div X$	$X + Y$
(أ)	$ML^{-1}T^{-2}$	MLT	MLT^{-2}
(ب)	MLT^{-2}	$ML^{-3}T^2$	MLT
(ج)	MLT	MLT^{-1}	غير ممكنة
(د)	MLT^{-2}	$ML^{-3}T^2$	غير ممكنة

25. كمية فيزيائية مقدارها $10\ N$ يمكن جمعها مع كمية فيزيائية أخرى مقدارها ....
(أ) $15\ kg.m^2.s^2$
(ب) $20\ kg.m^2.s^{-2}$
(ج) $30\ kg.m.s^{-2}$
(د) $30\ kg.m.s^2$

26. إذا علمت أن الكثافة = الكتلة ÷ الحجم)، معادلة أبعاد الكثافة هي ....

(أ) $ML^{-3}T^{0}$ (ب) $ML^{-3}T$ (ج) $ML^{3}T^{0}$ (د) $M^{0}L^{-2}T^{0}$

27. إذا كان الضغط يعطى بالعلاقة: $P=\frac{F}{A}$ حيث F القوة وA المساحة، فإن وحدة قياس الضغط في النظام الدولي ....

(أ) $kg.m^{-1}.s^{-2}$ (ب) $kg.m^{2}.s^{-2}$ (ج) $kg.m^{-1}.s^{-1}$ (د) $kg.m^{2}.s$

28. إذا علمت أن مساحة المستطيل = الطول × العرض)، لإثبات صحة العلاقة السابقة فإن معادلة أبعاد الطرفين ....

(أ) $M^{0}L^{2}T^{0}$ (ب) $M^{0}L^{0}T^{2}$ (ج) $M^{0}L^{-1}T^{0}$ (د) $M^{0}L^{-2}T$

29. كمية فيزيائية هي حاصل ضرب القوة × الزمن فتكون وحدة قياسها ....

(أ) $kg.m.s^{-2}$ (ب) $kg.m.s^{-1}$ (ج) $kg.m^{-1}.s^{-2}$ (د) $kg.m^{-1}.s^{-1}$

30. إذا علمت أن الإزاحة = السرعة × الزمن، معادلة الأبعاد التي تثبت صحة العلاقة السابقة هي ....

(أ) $M^{0}LT^{0}$ (ب) $ML^{0}T$ (ج) $M^{0}L^{-1}T^{0}$ (د) $M^{0}LT^{-1}$

31. إذا علمت أن معادلة الأبعاد للكمية الفيزيائية (x) هي LT^{-1}، اختر علاقتين رياضيتين يمكن بها حساب الكمية الفيزيائية (x) علمًا بأن [المسافة (d)، العجلة (a) والقوة (F)، الزمن (t)، الكتلة (m)]

(أ) $\sqrt{\frac{Fd}{m}}$ (ب) $\frac{F}{m}$

(ج) $\frac{1}{2}at^{2}$ (د) $a.t$ (هـ) $a.d$

32. إذا كانت صيغة أبعاد الضغط $ML^{-1}T^{-2}$ فإن وحدة قياسه في النظام الدولي ....

(أ) $kg.m^{2}s^{-2}$ (ب) $kg.m^{-1}s^{-2}$ (ج) kg/ms (د) kgm/s

33. حتى تكون المعادلة $v=\sqrt{\frac{2E}{m}}$ صحيحة لابد أن تكون صيغة ابعاد E = ...، حيث m هي الكتلة، v هي السرعة.

(أ) MLT^{-1} (ب) $M^{0}L^{2}T^{-2}$ (ج) $ML^{2}T^{2}$ (د) $M^{0}LT^{-1}$

4 أنواع القياس والخطا

يوجد نوعان من القياس هما:

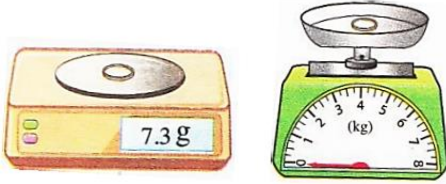
	1- القياس المباشر	2- القياس غير المباشر
عدد عمليات القياس	يتم في إجراء عملية قياس واحدة.	يتم فيه إجراء أكثر من عملية قياس.
عدد أدوات القياس	يتم فيه استخدام أداة قياس واحدة.	يتم فيه استخدام أكثر من أداة قياس.
العمليات الحسابية	لا يتم فيه التعويض في علاقة رياضية.	يتم فيه التعويض في علاقة رياضية.
الأخطاء في القياس	يكون هناك خطأ واحد في عملية القياس.	يكون هناك عدة أخطاء في عملية القياس أي يحدث (تراكم الخطأ).
أمثلة	قياس حجم سائل باستخدام المخبار المدرج.	قياس حجم متوازي المستطيلات بقياس الطول والعرض والارتفاع وإيجاد حاصل ضربهم.
	قياس كثافة سائل باستخدام جهاز الهيدروميتر.	قياس كثافة سائل بتعيين كتلتها بالميزان وتعيين حجمها بالمخبار المدرج ثم حساب الكثافة بقسمة الكتلة على الحجم.
قياس الكثافة بواسطة الهيدرومتر أدق من قياسها بواسطة الميزان والمخبار المدرج لأن استخدام الهيدرومتر لقياس كثافة سائل يعتبر قياس مباشر أما استخدام الميزان والمخبار المدرج قياس غير مباشر والقياس المباشر أدق من القياس غير المباشر.	دقة القياس المباشر أكثر من دقة القياس غير المباشر لأن الخطأ في القياس غير المباشر يكون مركب من عدة أخطاء لذا يحدث ما يعرف بتراكم الخطأ، أما في القياس المباشر فهناك خطأ واحد في عملية القياس.	

خطأ القياس

- عند قياس طول غرفة نجد اختلافًا بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية ويكون هذا الاختلاف طفيفًا أو كبيرًا حسب دقة القياس.
- اهتم الإنسان عبر تاريخه بتحسين وتطوير أجهزته نظرًا للارتباط الواضح بين دقة عملية القياس والتقدم العلمي والتكنولوجي.
- لا يمكن أن تتم عملية قياس بدقة 100% لاختبار أداة قياس غير مناسبة أو وجود عيب في أداة القياس أو لإجراء القياس بطريقة خطأ أو لعوامل بيئية مثل درجات الحرارة أو الرطوبة أو التيارات الهوائية.
- لتقليل نسبة الخطأ في القياس يُفضل تكرار القياس عدة مرّات وحساب المتوسط.

مصادر الخطأ في القياس

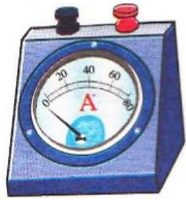
(1) اختيار أداة قياس غير مناسبة



- يعتبر من الأخطاء الشائعة.
- **مثال:** اســـتخدام الميزان المعتاد بدلاً من الميزان الحســـاس لقياس كتلة خاتم ذهبي يؤدي إلى زيادة نسبة الخطأ في القياس.

لا يصلح الميزان المعتاد لقياس كتلة صغيرة مثل خاتم ذهبي لأن الميزان المعتاد أداة قياس غير مناسبة لقياس الكتل الصغيرة مما يؤدي إلى وجود نسبة خطأ كبيرة في القياس.

(2) وجود عيب فى أداة القياس



- قد يوجد عيب أو أكثر في أداة القياس.
- **مثال:** العيوب التي قد تحدث في جهاز الأميتر:

(1) قد يكون الجهاز قديمًا والمغناطيس داخله ضعيفًا.

(2) خروج مؤشر المقياس عن صفر التدريج عند قطع التيار.

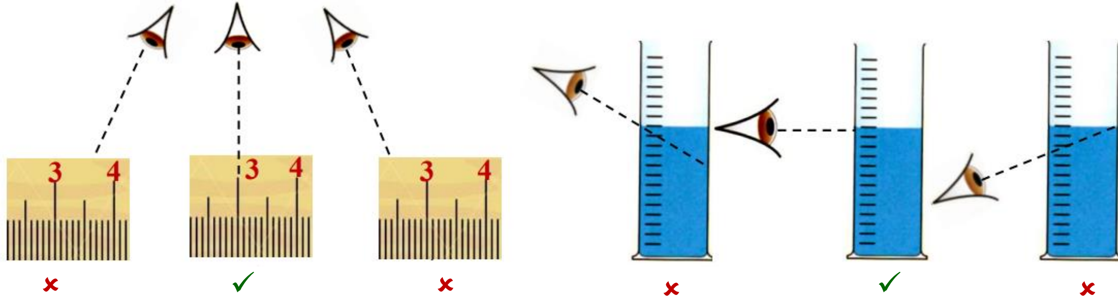
الاحتياطات الواجب مراعاتها عند اســـتخدام جهاز الأميتر لقياس شـــدة التيار هي التأكد من عدم ضـــعف المغناطيس الذي بداخل الأميتر ووجود المؤشر في البداية عند صفر التدريج.

(3) إجراء القياس بطريقة الخطأ

- قد تنتج أخطاء من الأشخاص المستجدين وغير المُدرَبين على إجراء القياس بدقة.
- **أمثلة:**

(1) استخدام الأجهزة متعددة التدريج مثل الملتيمتر.

(2) النظر إلى المؤشر أو التدريج بزاوية بدلاً من أن يكون خط الرؤية عموديًا على الأداة.



الاحتياطات الواجب مراعاتها عند اســـتخدام المســـطرة المترية في قياس طول جســـم ما أن تكون المســـطرة ســـليمة وأرقامها واضـــحة وأن يكون خط الرؤية عموديًا على التدريج وأن يكون الطول المقاس مناسب لتدريج المسطرة.	الاحتياطات الواجب مراعاتها عند اســـتخدام المخبار المدرج لقياس حجم ســـائل أن يكون خط الرؤية عموديًا على التدريج وأن تكون كمية السائل بسيطة.

(4) عوامل بيئية

- **مثال:** درجات الحرارة والرطوبة والتيارات الهوائية.
- عند قياس كتلة جسم صغير باستخدام ميزان حساس تؤدي التيارات الهوائية إلى حدوث خطأ في عملية القياس ولتجنّب هذا الخطأ يوضع الميزان الحساس داخل صندوق زجاجي.

الوحـــدة

الثانية

الحركة الخطية

- **الفصل الثانى** : الحركـــة فى خط مستقيم
- **الفصل الثالث** : القــوة والحركة



الفصـــل
الثانى

الحركـــة فى خط مستقيم



1 الحركة في خط مستقيم

- بعض الأجسام من حولنا ثابت وبعضها متحرك.
- من الضروري ونحن نتابع حركة الأجسام المختلفة أن نفهم ونصف تلك الحركة.
- في حالة غياب طرق لوصف الحركة وتحليلها يتحوّل السفر بواسطة السفن والقطارات والطائرات إلى فوضى.

مثال: الأزمنة والسرعات هي التي تحدد جداول مواعيد انطلاق ووصول وسائل النقل على اختلافها.

الحركة

الموضع: هو المكان الذي يوجد فيه الجسم.

- يوصف الجسم الذي يظل في موضعه بأنه في حالة سكون.
- يوصف الجسم الذي ينتقل من موضعه إلى موضع آخر بأنه في حالة حركة.

الجسم الساكن
هو الجسم الذي لا يتغيّر موضعه بمرور الزمن.
الجسم المتحرك
هو الجسم الذي يتغيّر موضعه بمرور الزمن.

الحركة:

① هي التغيّر الحادث في موضع الجسم بمرور الزمن بالنسبة لموضع جسم آخر.
② هي تغيّر موضع جسم خلال فترة من الزمن.

- الحركة في اتجاه واحد في خط مستقيم تمثّل أبسط أنواع الحركة.
- يمكن تمثيل حركة جسم بالتقاط سلسلة من الصور المتتابعة له في فترات زمنية متساوية ويمكن تجميع هذه الصور في صورة واحدة تسمى بمخطط الحركة.



يمكن تقسم الحركة إلى نوعين أساسيين هما:

الحركة الانتقالية	الحركة الدورية
هي حركة تتميز بوجود نقطة بداية ونقطة نهاية.	هي حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية.
أمثلة: (1) الحركة في خط مستقيم: مثل حركة: • القطار • كرة تتدحرج على مستوى أفقي • صندوق ينزلق على مستوى مائل. (2) حركة المقذوفات: وفيها يتحرك الجسم في مسار منحنى مثل حركة: • قذيفة تنطلق من فوهة مدفع. • رصاصة تنطلق من فوهة مسدس.	**أمثلة:** (1) الحركة في دائرة: مثل حركة: • الأقمار حول الكواكب. • أذرع المروحة. • الكواكب حول الشمس. • الأرجوحة الدوارة. • الإلكترونات حول النواة. • ثقل مربوط في خيط ويتحرك في مسار دائري. (2) الحركة الاهتزازية: مثل حركة: • أوتار الآلات الموسيقية. • البندول. • ثقل معلق في ملف زنبركي. • فرعا الشوكة الرنانة.

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. الحركة التي لها نقطة بداية ونقطة نهاية ....
(أ) دورية. (ب) انتقالية. (ج) اهتزازية. (د) ترددية.

2. الحركة في خط مستقيم حركة ....
(أ) دورية. (ب) انتقالية. (ج) اهتزازية. (د) موجية.

3. أبسط أنواع الحركة هي ....
(أ) حركات المقذوفات. (ب) الحركة في خط مستقيم.
(ج) حركة البندول البسيط. (د) -

4. حركة مقذوف بزاوية في بُعدين هي حركة ....
(أ) انتقالية. (ب) دورية. (ج) اهتزازية. (د) موجية.

6. حركة القمر في مداره حول الأرض عند مراقبته خلال ليلة كاملة تعتبر حركة ....
(أ) حركة دورية في خط مستقيم. (ب) اهتزازية في مسار منحنى.
(ج) انتقالية في خط مستقيم. (د) انتقالية في مسار منحنى.

7. كل مما يأتي يمثل حركة دورية عدا حركة ....
(أ) القطار. (ب) الأرض. (ج) الأرجوحة. (د) بندول الساعة.

8. الجسم الذي ينتقل من نقطة لأخرى على محيط مسار دائري تكون حركته ....
(أ) دورية. (ب) انتقالية. (ج) اهتزازية. (د) -

9. من أمثلة الحركة الدورية حركة ....
(أ) السيارات في المنحنيات. (ب) الأقمار حول الكواكب.
(ج) المقذوفات. (د) كرة على مستوى مائل.

10. حركة فرع الشوكة الرنانة في حالة اهتزازها تُسمى حركة ....
(أ) انتقالية. (ب) متجهة. (ج) دورية. (د) مقذوفات.

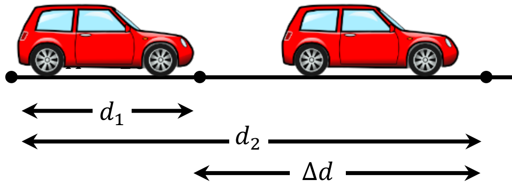
11. في الحركة الدورية ....
(أ) المسار مستقيم. (ب) تكرار الحركة بانتظام.
(ج) يتكرر الزمن بانتظام. (د) تتغيّر السرعة بانتظام.

2 السرعة

تعريفها:

① هي الإزاحة التي يقطعها الجسم في الثانية الواحدة.

② هي المعدل الزمني للتغيّر في الإزاحة.



قانونها:

السرعة = التغيّر في الإزاحة / التغيّر في الزمن

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1}$$

وحدات قياسها:

① متر/ ثانية (m/s)

② كيلومتر/ ساعة (km/h)

صيغة أبعادها: LT^{-1}

التعبير عنها:

يمكن التعبير عن السرعة بطريقتين هما السرعة العددية والسرعة المتجهة.

وجه المقارنة	السرعة العددية	السرعة المتجهة
التعريف	هي المسافة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن.	هي الإزاحة التي يقطعها الجسم في وحدة الزمن.
النوع	كمية قياسية (تحدد بالمقدار فقط).	كمية متجهة (تحدد بالمقدار والاتجاه).
الإشارة	تكون موجبة دائمًا.	تكون موجبة إذا تحرك الجسم في اتجاه معين وسالبة إذا تحرك في عكس هذا الاتجاه.
أمثلة	سيارة تتحرك بسرعة $80\ km/h$	سيارة تتحرك بسرعة $80\ km/h$ شرقًا.
	عداد السرعة الموجودة أمام السائق في السيارة يتحرك مؤشره يمينًا ويسارًا ويحدد هذا العداد مقدار سرعة السيارة $80\ km/h$ ولا يفيدنا بأي شيء في تحديد اتجاه حركتها.	عندما نقول أن سيارة تسير بسرعة $80\ km/h$ يعد هذا وصفًا ناقصًا فعلينا أن نحدد اتجاه حركتها بأن نقول أن السيارة تسير بسرعة $80\ km/h$ نحو الشرق.

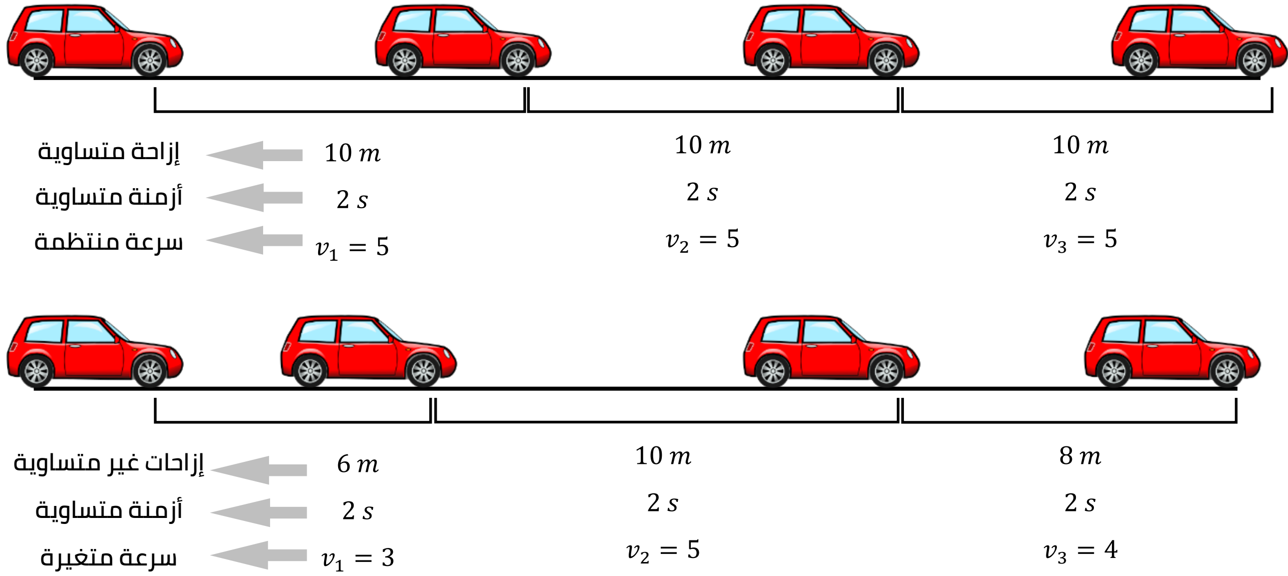
لاحظ:

① يستخدم مصطلح السرعة المتجهة وليس السرعة العددية في المصطلحات والمسائل والمعادلات لأن السرعة المتجهة هي التي تصف حركة الجسم وصفًا تامًا.

② تتساوى عدديًا سرعة الجسم والإزاحة التي يقطعها إذا كان زمن الحركة $1\ s$ في خط مستقيم.

أنواع السرعة

يمكن وصف السرعة بأنها سرعة منتظمة أو سرعة غير منتظمة، ويتضح الفرق بينهما من الأشكال **التالية**:



وجه المقارنة	السرعة المنتظمة	السرعة المتغيرة
التعريف	هي السرعة التي يقطع فيها الجسم إزاحات متساوية في أزمنة متساوية.	هي السرعة التي يقطع فيه الجسم إزاحات غير متساوية في أزمنة متساوية.
القيمة	تكون السرعة ثابتة المقدار وفي اتجاه ثابت (خط مستقيم).	تكون السرعة متغيرة في المقدار أو الاتجاه أو الإثنين معًا.
التمثيل البياني	$d\ (m)$ ، $t\ (s)$	$d\ (m)$ ، $t\ (s)$

لاحظ:

① إذا كان الجسم يتحرك مقتربًا من نقطةٍ ما فإن الجسم قد يتحرك بسرعة منتظمة وقد يتحرك بسرعة متغيرة.

② حركة سيارة على الطريق ليست ثابتة (يصعب تحقيق السرعة المنتظمة لسيارة) لأن تتغيّر بحسب أحوال الطريق فأحيانًا تتزايد وأحيانًا تتناقص.

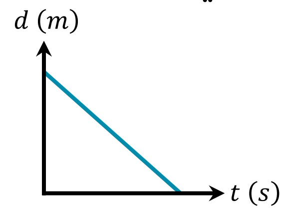
③ يمثّل الجسم الساكن في العلاقة البيانية بين الإزاحة (d) والزمن (t) بخط أفقي يوازي محور الزمن.

④ على الإزاحة التي يقطعها جسم في منحنى (السرعة - الزمن) = المساحة منحنى (السرعة - الزمن).

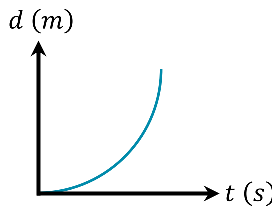
عندما يتحرك جسم بحيث سرعته من نقطة لأخرى (سرعة متغيرة) فإن:

- سرعة الجسم عند لحظة معينة تُسمى السرعة اللحظية.
- متوسط السرعة التي يتحرك بها الجسم تُسمى السرعة المتوسطة.

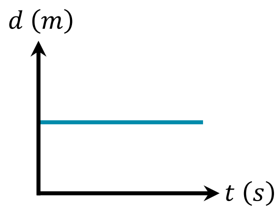
علاقات رسم بياني



جسم يتحرك بسرعة منتظمة



جسم يتحرك بسرعة متغيرة



جسم ساكن $(v = 0)$

وجه المقارنة	السرعة اللحظية	السرعة المتوسطة
التعريف	هي سرعة الجسم عند لحظة معينة. ويمكن الاستدلال على قيمتها من قراءة مؤشر سرعة السيارة عند لحظةٍ ما.	هي الإزاحة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية مقسومة على الزمن الكلي.
القانون	السرعة اللحظية (v) = $\frac{\text{التغيّر في الإزاحة}}{\text{التغيّر في الزمن}}$	السرعة المتوسطة $(\bar{v})$ = $\frac{\text{الإزاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$
التمثيل البياني	$d\ (m)$، Δd، Δt، $t\ (s)$	$d\ (m)$، Δd، Δt، $t\ (s)$
الميل	يتم رسم مماس للمنحنى عند النقطة التي تقابل هذه اللحظة ويكون ميل المماس هو السرعة اللحظية.	يتم رسم الخط الواصل بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهايتها وميل هذا الخط هو السرعة المتوسطة.

لاحظ:

① تتساوى السرعة المتوسطة مع السرعة اللحظية عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة.

② تخلف السرعة المتوسطة عن السرعة العددية المتوسطة حيث أن:
- السرعة المتوسطة = الإزاحة الكلية ÷ الزمن الكلي (السرعة المتوسطة كمية متجهة).
- السرعة العددية المتوسطة = المسافة الكلية ÷ الزمن الكلي (السرعة العددية المتوسطة كمية قياسية).

أمثلة محلولة:

① قاد شخص سيارة في خط مستقيم فقطع $(8.4\ km)$ في زمن قدره $(0.12\ h)$، ثم نفذ منه وقود السيارة فتركها ومشى في نفس الخط المستقيم لأقرب محطة وقود وقطع $(2\ km)$ في زمن قدره $(0.5\ h)$ احسب سرعته المتوسطة من بداية الحركة حتى نهايتها.

الحل:

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{8.4 + 2}{0.12 + 0.5} = 16.8\ km/h$$

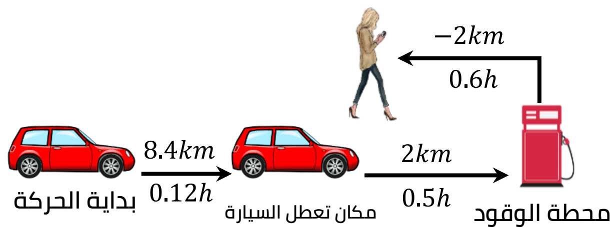
② إذا افترضنا أن الشخص في المثال السابق عاد مرّة أخرى في زمن قدره $0.6\ h$، احسب السرعة المتوسطة للحركة منذ بدايتها حتى عودته إلى السيارة مرّة أخرى.

الحل:

عندما يعود الشخص إلى السيارة مرّة أخرى فإن إزاحته تصبح $(8.4\ km)$ كما بالرسم.

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{8.4}{0.12 + 0.5 + 0.6} = 6.89\ km/h$$

في نفس الاتجاه قبل العودة.

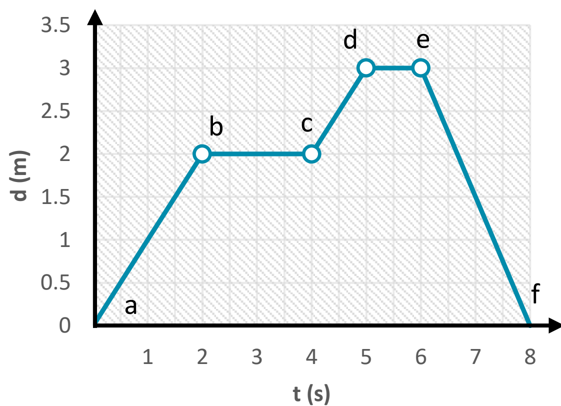


③ إذا افترضنا أن الشخص في المثال السابق عاد مرّة أخرى في زمن قدره $0.6\ h$، احسب السرعة المتوسطة للحركة منذ بدايتها حتى عودته إلى السيارة مرّة أخرى.

Ⓐ متى توقفت الفتاة؟
Ⓑ ما أكبر سرعة تحركت بها الفتاة؟
Ⓒ لماذا تكون سرعة عودتها سالبة؟
Ⓓ ما الفرق بين الإزاحة والمسافة التي تقطعهما الفتاة؟

الحل:

Ⓐ توقفت الفتاة عند نقطتي d, b



Ⓑ أكبر سرعة تحرت بها الفتاة = $1.5\ m/s$

$$V_{ab} = \frac{2-0}{2-0} = \frac{2}{2} = 1\ m/s$$

$$V_{bc} = \frac{2-2}{4-2} = \frac{0}{2} = 0\ m/s$$

$$V_{cd} = \frac{3-2}{5-4} = \frac{1}{1} = 1\ m/s$$

$$V_{de} = \frac{3-3}{6-5} = \frac{0}{1} = 0\ m/s$$

$$V_{ef} = \frac{0-3}{8-6} = \frac{-3}{2} = -1.5\ m/s$$

Ⓒ تكون سرعة عودتها سالبة لأنها تتحرك في عكس اتجاه الحركة الأولى.

Ⓓ الإزاحة: $d = 0$
$s = 2 + 1 + 3 = 6\ m$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. ميل الخط المستقيم المار بنقطة الأصل والذي يمثل العلاقة بين الإزاحة (x) على المحور الرأسي والزمن (t) على المحور الأفقي ....

(أ) سرعة منتظمة. (ب) سرعة متغيرة. (ج) عجلة متغيرة. (د) -

2. النسبة بين الإزاحة الكلية إلى الزمن الكلي هي السرعة ....

(أ) اللحظية. (ب) المتوسطة. (ج) العددية. (د) المتغيرة.

3. عندما يتحرك الجسم بسرعة منتظمة قدرها $20\ m/s$ تكون سرعته بعد أن يمضي ساعة .... m/s

(أ) 0 (ب) 72000 (ج) 20 (د) 30

4. تعتبر m/s وحدة قياس ....

(أ) الإزاحة × الزمن (ب) السرعة × الزمن
(ج) الإزاحة لكل وحدة زمن (د) السرعة لكل وحدة زمن

5. المعدل الزمني للتغيّر في الإزاحة عند لحظة معينة هي ....

(أ) السرعة المتوسطة. (ب) العجلة اللحظية. (ج) العجلة المتوسطة. (د) السرعة اللحظية.

6. أي من الأجسام التالية يكون في وضع اتّزان؟

(أ) $v\ (m/s)$ – $t\ (s)$ (ب) $x\ (m)$ – $t\ (s)$ (ج) $x\ (m)$ – $t\ (s)$ (د) $a(m/s^2)$ – $t\ (s)$

7. في العلاقة البيانية t, d يمثل الجسم الساكن بخط مستقيم .... لمحور الزمن.

(أ) مائل (ب) رأسي (ج) موازي (د) منكسر

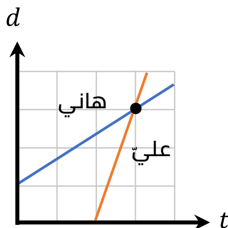
8. يتحرك جسم في خط مستقيم مسافة d بسرعة v ثم يتحرك على نفس مسافة $4d$ بسرعة $2v$ فتكون قيمة السرعة المتوسطة ....

(أ) v (ب) $\frac{3}{2}v$ (ج) $2v$ (د) $\frac{5}{3}$

9. سيارة تتحرك على طريق مستقيم بحيث تقطع ثلث المسافة بسرعة $25\ km/h$ وباقي المسافة بسرعة $75\ km/h$، فتكون السرعة العادية المتوسطة التي تتحرك بها السيارة هي km/h ....

(أ) 30 (ب) 45 (ج) 50 (د) 65

10. يبيّن الشكل المقابل حركة شخصين بسرعة منتظمة فأي العبارات التالية صحيحة؟

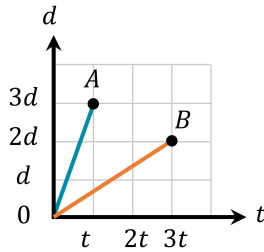


(أ) عليّ بدأ الحركة قبل هاني.
(ب) تتساوى سرعة عليّ وهاني عند النقطة A
(ج) هاني له سرعة أقل من سرعة عليّ.
(د) يسبق هاني عليّ بعد تجاوزه النقطة A

.11 بدأ جسم حركته من السكون بعجلة منتظمة فكانت سرعته المتوسطة خلال زمن t هي $10\ m/s$ فتكون سرعته المتوسطة خلال زمن $2\ t$ هي m/s ....

ⓐ 10 ⓑ 20 ⓒ 30 ⓓ 40

.12 يوضح الرسم البياني المقابل حركة جسمين B, A فتكون النسبة بين سرعتيهما $\frac{V_A}{V_B}$ هي ....



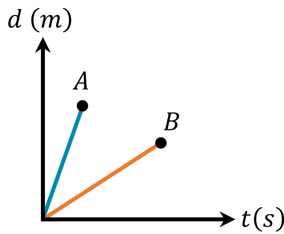
ⓐ $\frac{9}{2}$ ⓑ $\frac{3}{2}$

ⓒ $\frac{9}{4}$ ⓓ $\frac{4}{3}$

.13 يتحرك جسم من السكون فيستغرق زمن t ليقطع مسافة قدرها d، فإذا استغرق الجسم زمنًا قدره $3\ t$ فإنه يقطع مسافة قدرها .... المسافة الأولى.

ⓐ ثلاثة أمثال ⓑ ستة أمثال ⓒ تسعة أمثال ⓓ تساوي

.14 الشكل المقابل يمثل حركة جسمين B, A لذا يكون ....



ⓐ سرعة الجسم A أكبر من سرعة الجسم B

ⓑ سرعة الجسم B أكبر من سرعة الجسم A

ⓒ يتحركان بنفس السرعة.

ⓓ يتحركان بنفس العجلة.

.15 تحرك شخص حول حديقة في مسار دائري وبعد أن تجاوز نصف محيط الدائرة تكون النسبة بين مقدار السرعة المتوسطة العددية ومقدار السرعة المتوسطة المتجهة ....

ⓐ أكبر من الواحد. ⓑ أصغر من الواحد.

ⓒ تساوي واحد. ⓓ تساوي الصفر.

.16 إذا تحرك جسم في مسار منحنى تكون النسبة بين السرعة المتوسطة العددية ومقدار السرعة المتوسطة المتجهة ....

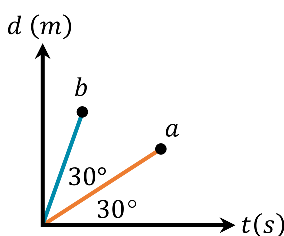
ⓐ أكبر من الواحد. ⓑ أصغر من الواحد.

ⓒ تساوي الواحد. ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة إلا بمعرفة زمن الحركة.

.17 تحرك شخص على محيط مربع طول ضلعه $60\ m$ فأكمل دورة كاملة في زمن قدره $120\ s$ تكون سرعته المتوسطة تساوي m/s ....

ⓐ 2 ⓑ 0.5 ⓒ 1 ⓓ 0

.18 في الشكل المقابل تكون النسبة بين سرعة الجسم a إلى سرعة الجسم b ....



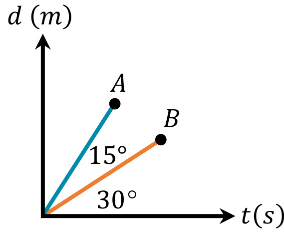
ⓐ $\frac{1}{1}$ ⓑ $\frac{3}{1}$

ⓒ $\frac{2}{3}$ ⓓ $\frac{1}{3}$

.19 يعدو شخص في مسار مستطيل الشكل أبعاده $40\ m, 50\ m$ فأكمل دورة كاملة في زمن $100\ s$ فإن السرعة المتوسطة له تساوي .... m/s

Ⓐ 9 Ⓑ 1.8 Ⓒ 0.9 Ⓓ 0

.20 الشكل البياني المقابل يوضح تغيّر الإزاحة بمرور الزمن عند رسمهما بنفس مقياس الرسم بجسمين A, B بدأ حركتهما من السكون، فتكون النسبة بين سرعة الجسمين A, B على الترتيب ....

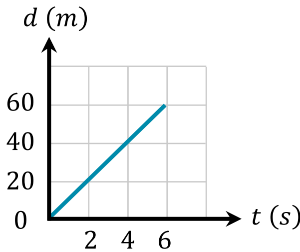


Ⓐ 0.46 Ⓑ 2.15
Ⓒ $\sqrt{3}$ Ⓓ $\sqrt{2}$

.21 مشى طالب بسرعة منتظمة $1\ m/s$ لمدة 10 دقائق ثم جرى بسرعة منتظمة $4\ m/s$ لمدة 5 دقائق فإن السرعة المتوسطة خلال 15 دقيقة تساوي .... m/s

Ⓐ 3 Ⓑ 2.5 Ⓒ 2 Ⓓ 1.5

.22 الرسم البياني المقابل يبيّن حركة جسم يتحرك بسرعة ....



Ⓐ غير منتظمة، ومقدارها $10\ m/s$
Ⓑ غير منتظمة، ومقدارها $40\ m/s$
Ⓒ منتظمة، ومقدارها $10\ m/s$
Ⓓ منتظمة، ومقدارها $40\ m/s$

.23 سيارة تتحرك بسرعة $90\ km/h$ وعندما ضغط سائقها على الفرامل تحركت بعجلة سالبة $2\ m/s^2$ فإن الزمن اللازم لتوقفها .... s

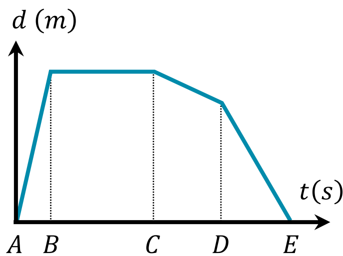
Ⓐ 12.5 Ⓑ 45 Ⓒ 50 Ⓓ 180

.24 إذا تحرك الجسم في مسار منحنى كما بالشكل فإن النسبة بين السرعة المتوسطة القياسية والمتجهة هي .... من 1



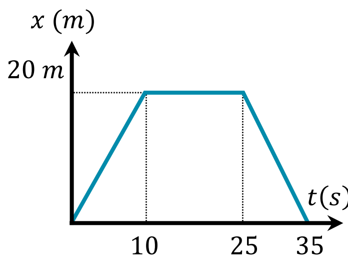
Ⓐ أكبر من Ⓑ أصغر من
Ⓒ تساوي Ⓓ أكبر أو أصغر من

.25 الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لسيارة تتحرك في خط مستقيم، أي عبارة من العبارات التالية تصف جزء من حركة السيارة بصورة صحيحة؟



Ⓐ تحركت السيارة بعجلة منتظمة خلال الفترة AB
Ⓑ تحركت السيارة بعجلة منتظمة خلال الفترة BC
Ⓒ أكبر سرعة تحركت بها السيارة خلال الفترة AB
Ⓓ توقف الجسم خلال الفترة DE

.26 يمثل الشكل البياني حالة جسم خلال 35 ثانية.
المسافة الكلية التي قطعها الجسم خلال هذه الفترة تساوي ....

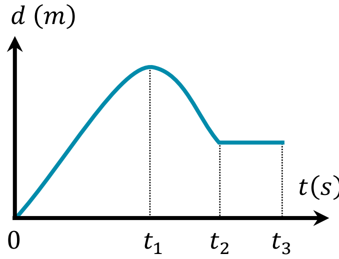


Ⓐ $0\ m$ Ⓑ $20\ m$
Ⓒ $40\ m$ Ⓓ $70\ m$

.27 قام طفل بقذف حجر في النهر فإن مقدار سرعة الحجر عند ملامسة سطح الماء هي سرعة ....

(أ) منتظمة. (ب) متغيرة. (ج) لحظية. (د) نسبية.

.28 في الشكل المقابل تكون الفترة الزمنية التي يكون فيها اتجاه السرعة سالب هي الفترة الزمنية ....

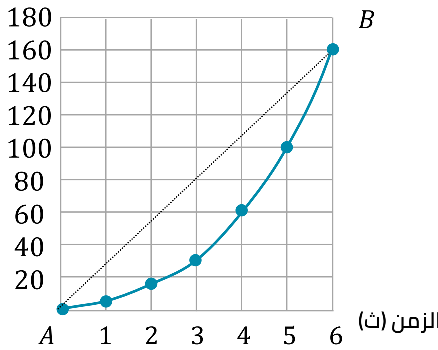


(أ) t_3, t_1 (ب) t_2, t_1

(ج) t_3, t_1 (د) $t_1, 0$

.29 يمثل الشكل البياني حركة جسم في خط مستقيم خلال ست ثوانٍ.

يمثل ميل الخط المستقيم المتقطع AB مقدارًا ....



(أ) أكبر من السرعة المتوسطة للجسم خلال الست ثوانٍ.

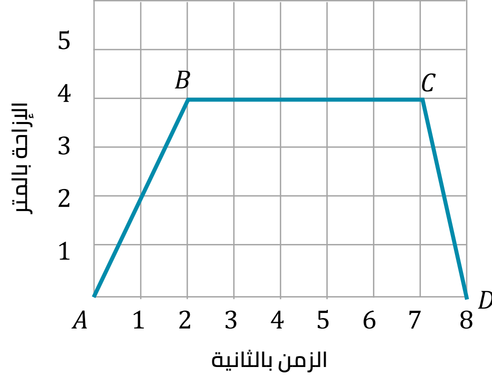
(ب) أقل من السرعة المتوسطة للجسم خلال الست ثوانٍ.

(ج) أقل من السرعة اللحظية للجسم عند الثانية السادسة.

(د) يساوي السرعة اللحظية للجسم عند الثانية السادسة.

.30 يمثل الشكل البياني حالة جسم خلال 8 ثوانٍ.

أيّ العبارات التالية صحيح؟



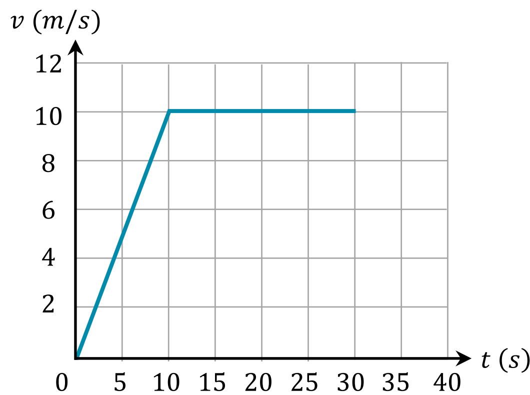
(أ) سرعة الجسم في المرحلة AB أكبر من سرعة الجسم في المرحة CD

(ب) سرعة الجسم في المرحلة AB أقل من سرعة الجسم في المرحلة CD

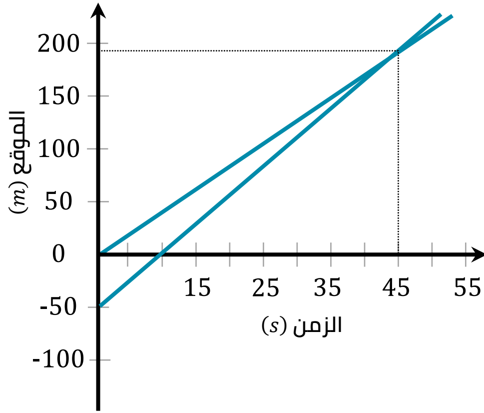
(ج) سرعة الجسم في المرحلة AB تساوي سرعة الجسم في المرحلة CD

(د) سرعة الجسم في المرحلة BC أكبر من سرعة الجسم في المرحلتين AB وCD

.31 جرت سارة في مضمار سباق مستقيم. ويوضح الشكل البياني التغيّر في سرعتها v مع مرور الزمن t بعد مرور 25 ثانية كانت سارة قد قطعت مسافة $200\ m$ أي البيانات الآتية صحيح عند الثانية 25؟



	السرعة اللحظية	السرعة المتوسطة
(أ)	$8\ m\ s^{1}$	$8\ m\ s^{1}$
(ب)	$8\ m\ s^{-1}$	$10\ m\ s^{-1}$
(ج)	$10\ m\ s^{-1}$	$8\ m\ s^{-1}$
(د)	$10\ m\ s^{-1}$	$10\ m\ s^{-1}$



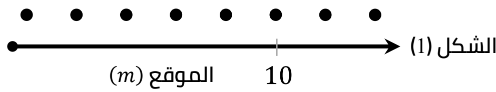
.32 يمثل الشكل البياني تغيّر موضع عداءين A وB يتحركان في مضمار مستقيم في نفس الاتجاه مع الزمن. في اللحظة التي تجاور فيها العدّاء B مع العدّاء A:

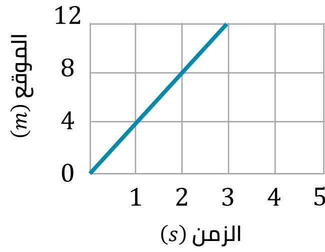
ⓐ كانت إزاحة وسرعة العدّاء B مساوية لإزاحة وسرعة العداء A

ⓑ كانت إزاحة وسرعة العداء B أكبر من إزاحة وسرعة العداء A

ⓒ كانت إزاحة وسرعة العداء B أصغر من إزاحة وسرعة العداء A

ⓓ كانت إزاحة العداء B أكبر من إزاحة العداء A، بينما سرعة العداء B مساوية لسرعة العداء A





.33 يبيّن الشكل (1) التغيّر في موضع جسم متحرك (x) تم رصده كل فترة زمنية تساوي $(2s)$، بينما يمثل الشكل (2) منحنى (الإزاحة – الزمن) لجسم آخر (y).

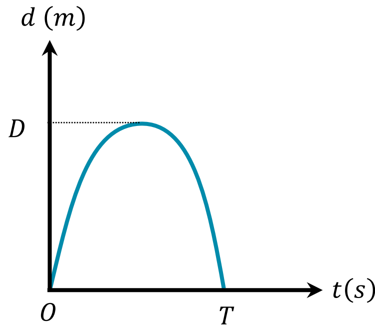
أي العبارات الآتية يصف حركة الجسمين وصفًا صحيحًا؟

ⓐ الجسمان يتحركان بنفس السرعة.

ⓑ سرعة الجسم (x) ضِعف سرعة الجسم (y)

ⓒ سرعة الجسم (x) نصف سرعة الجسم (y)

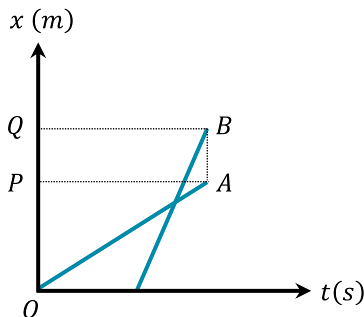
ⓓ سرعة الجسم (x) ربع سرعة الجسم (y)



.34 قذفت كرة رأسيًا إلى أعلى المنحنى المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة الرأسية والزمن، أي من الاختبارات التالية تمثل قيمة المسافة الكلية والسرعة المتجهة في الفترة الزمنية (O,T)

	المسافة الكلية	السرعة المتجهة
ⓐ	صفر	صفر
ⓑ	صفر	$\frac{2D}{T}$
ⓒ	$2D$	$\frac{2D}{T}$
ⓓ	$2D$	صفر

المقالي



.1 في الرسم البياني الذي أمامك العلاقة بين الإزاحة والزمن لطالبين B,A أثناء عودتهم من المدرسة إلى منازلهم على الترتيب، أي من الطالبين B,A بدأ العودة من المدرسة في وقت مبكرًا عن الآخر؟

....

....

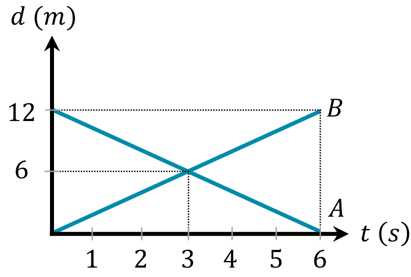
....

....

2. الشكل المقابل

يمثل منحنى (الإزاحة – الزمن) لحركة جسمين B, A.

احسب السرعة للجسمين B, A عند زمن قدره $3\ s$



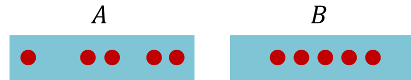
....

....

....

....

3. النموذجين B, A يوضحان الإزاحة التي يقطعها جسمين مختلفين، ما السرعة التي يتحرك بها كل جسم؟



....

3 العجلة

إذا تغيّرت سرعة جسم متحرك من نقطة لأخرى في المقدار أو الاتجاه أو الإثنين معًا فإن:

① الكمية الفيزيائية التي تعبّر عن التغيّر في السرعة بالنسبة إلى الزمن تُسمى بالعجلة.

② الحركة التي يحدث فيها تغيّر في السرعة بمرور الزمن تُسمى بالحركة المعجّلة.

الحركة المعجّلة
هي الحركة التي يحدث فيها تغيّر للسرعة بمرور الزمن.

تعريفها:

① هي التغيّر في سرعة الجسم خلال وحدة الزمن.

② هي المعدل الزمني للتغيّر في السرعة.

قانونها:

العجلة = التغيّر في السرعة / التغيّر في الزمن = (السرعة النهائية – السرعة الابتدائية) / (الزمن النهائي – الزمن الابتدائي)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

وحدة قياسها: متر/ ثانية^2 (m/s^2)

صيغة أبعادها: LT^{-2}

نوعها: كمية متجهة لأنّها ناتج قسمة السرعة وهي كمية متجهة على الزمن وهو كمية قياسية.

وجه المقارنة	العجلة المنتظمة	العجلة المتغيّرة
التعريف	العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تتغيّر سرعته بمقادير متساوية في أزمنة متساوية.	العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تتغيّر سرعته بمقادير غير متساوية في أزمنة متساوية.
القانون	خط مستقيم ميله يكون ثابت.	خط منحنى ميله غير ثابت (ميل المماس للمنحنى عند أي نقطة).
التمثيل البياني	$v\ (m/s)$ ، $t\ (s)$	$v\ (m/s)$ ، $t\ (s)$

إذا اعتبرنا أنّ اتجاه سرعة الجسم هو الاتجاه الموجب فقد يتحرك هذا الجسم بعجلة:

① موجبة (سرعة تزايدية). ② سالبة (سرعة تناقصية). ③ تساوي صفر (سرعة منتظمة).

العجلة الموجبة	العجلة السالبة	العجلة الصفرية
العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تزداد سرعته بمرور الزمن.	العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تقل سرعته بمرور الزمن.	العجلة التي يتحرك بها الجسم عندم تكون سرعته ثابتة بمرور الزمن.
تكون فيها السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية.	تكون فيها السرعة النهائية أقلّ من السرعة الابتدائية.	تكون فيها السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية.
تنطبق على أي حركة تبدأ من السكون.	تنطبق على حالة استخدام الفرامل في وسائل المواصلات.	تنطبق على الجسم الساكن وعلى الجسم المتحرك بسرعة ثابتة.
التمثيل البياني: خط مستقيم يبدأ من نقطة الأصل أو من أي نقطة على محور السرعة. $v\ (m/s)$ ، $t\ (s)$	التمثيل البياني: خط مستقيم ينتهي عند محور الزمن. $v\ (m/s)$ ، $t\ (s)$	التمثيل البياني: خط مستقيم يوازي محور الزمن. $v\ (m/s)$ ، $t\ (s)$

العجلة الموجبة	العجلة السالبة	العجلة الصفرية
مثال: عندما تهبط الكرة المستوى المائل تزداد سرعتها بمرور الزمن، وبالتالي تكون العجلة موجبة.	مثال: عندما تصعد الكرة المستوى المائل تقلّ سرعتها بمرور الزمن وبالتالي تتحرك بعجلة سالبة.	مثال: عندما تتحرك الكرة على مستوى أفقي أملس لا تتغير سرعتها وبالتالي تكون العجلة تساوي صفراً.
a اتجاه الحركة	a اتجاه الحركة	اتجاه الحركة

لاحظ:

① عندما يتحرك ترام بعجلة منتظمة $60\ m/s^2$ فمعنى ذلك أن سريعة الترام تزداد بمقدار $60\ m/s$ في كل $1s$ أو أن المعدل الزمني للزيادة في سرعة الترام = $60\ m/s^2$

② عندما يتحرك قطار بعجلة منتظمة $-30\ m/s^2$ فمعنى ذلك أن سرعة القطار تقلّ بمقدار $30\ m/s$ في كل $1s$ أو أنّ المعدّل الزمني للنقص في سرعة القطار = $30\ m/s^2$

إرشادات حل المسائل

① إذا بدأ الجسم حركته من السكون فإن سرعته الابتدائية (v_i) = صفر.

② عندما يتوقف الجسم عن الحركة (استخدام الفرامل أو الكابح/ إشارة حمراء)
فإن سرعته النهائية (v_f) = صفر

③ عندما تكون السرعة النهائية أكبر من السرعة الابتدائية تكون العجلة موجبة (سرعة تزايدية)
أي أن $(a = +)$

④ عندما تكون السرعة النهائية أقلّ من السرعة الابتدائية تكون العجلة سالبة (سرعة تناقصية)
أي أن $(a = -)$

⑤ إذا تحرك جسم بسرعة منتظمة تكون السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية ويكون $(a = 0)$.

⑥ لتحويل وحدة قياس السرعة من km/h إلى m/s نضرب في $\frac{5}{18}$

أمثلة محلولة:

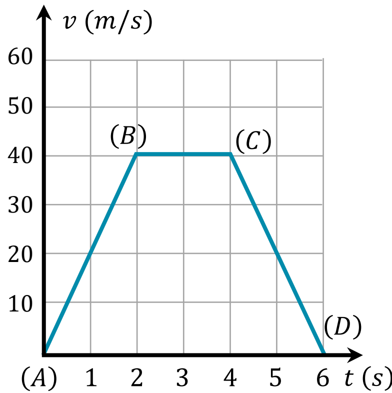
① طائرة جامبو تلامس أرضـــية الممر أثناء هبوطها بســـرعة ابتدائية $160\ m/s$ وتتطلّب زمنًا قدره $32\ s$ لتتوقف تمامًا. احسب العجلة التي تتحرك بها خلال تلك الفترة.

$v_i = 160$
$t = 32$
$v_f = 0$
$a = ?$

الحل:

$$a = \frac{v_f - V_i}{t} = \frac{0 - 160}{32} = -5\ m/s^2$$

② من الشكل البياني المقابل:



(أ) صف نوع الحركة التي يتحرك بها الجسم خلال $6\ s$

(ب) احسب عجلة الحركة في كل جزء.

(ج) احسب المسافة التي قطعها الجسم خلال حركته من B إلى C

الحل:

(أ) خلال الثانيتان $2, 1$ يتحرك الجسم بعجلة منتظمة موجبة.
خلال الثانيتان $4, 3$ يتحرك الجسم بسرعة منتظمة (عجلة صفرية).
خلال الثانيتان $6, 5$ يتحرك الجسم بعجلة منتظمة سالبة.

(ب) من A إلى B: $a = \frac{40 - 0}{2 - 0} = 5\ m/s^2$

من B إلى C: $a = \frac{40 - 40}{4 - 2} = 0$

من C إلى D: $a = \frac{0 - 40}{6 - 4} = 20\ m/s^2$

(ج) $d = 40 \times (4 - 2) = 80\ m$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. صيغة أبعاد العجلة ....

أ) LT^{-1} ب) LT^{-2} ج) $L^{-1}T^{-2}$ د) $L^{-2}T^{-2}$

2. عندما يكون التغيّر في سرعة جسم صفرًا يكون ....

أ) عجلة حركته موجبة. ب) عجلة حركته سالبة.
ج) عجلة حركته صفرًا. د) الجسم ساكنًا.

3. إذا كان اتجاهيّ السرعة والعجلة سالبين ....

أ) تزداد سرعة الجسم. ب) تتناقص سرعة الجسم.
ج) يتحرك الجسم بسرعة ثابتة. د) يتوقف الجسم عن الحركة.

4. الوحدة m/s^2 تُستخدم لقياس معدّل التغيّر في ....

أ) الإزاحة. ب) السرعة. ج) العجلة. د) المسافة.

5. عندما يقطع الجسم إزاحات متساوية في أزمنة متساوية فإن العجلة تكون ....

أ) موجبة. ب) سالبة. ج) صفرية. د) -

6. إذا تحرك جسم في خط مستقيم بحيث يقطع إزاحات متساوية في أزمنة متساوية فإن العجلة تكون

أ) موجبة. ب) سالبة. ج) صفرية. د) -

7. جسم يتحرك بسرعة منتظمة مقدارها $5\ m/s$ لمدة $5\ s$ فإن العجلة التي يتحرك بها تساوي m/s^2 ....

أ) -5 ب) 5 ج) 1 د) 0

8. إذا كان اتجاه عجلة الجسم هو عكس اتجاه سرعته ....

أ) تتساوى السرعة اللحظية مع المتوسطة. ب) تنعدم الإزاحة.
ج) تزيد سرعة الجسم بمرور الزمن. د) تقل ّسرعة الجسم بمرور الزمن.

9. عندما تسير سيارة بسرعة ثابتة في اتجاه الشرق تكون العجلة التي تتحرك بها السيارة ....

أ) موجبة. ب) سالبة. ج) صفرية. د) -

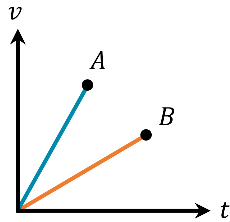
10. استغرق سيارة أربع ثواني لتصل سرعتها إلى تسعة أمثال سرعتها الابتدائية فإن السيارة تحركت بعجلة قيمتها العددية تساوي .... سرعتها الابتدائية.

أ) نصف ب) ضِعف ج) ثلاثة أمثال د) أربعة أمثال

11. النسبة بين السرعة النهائية والسرعة الابتدائية لجسم يتحرك بعجلة سالبة ....

أ) أكبر من الواحد. ب) أقل من الواحد. ج) يساوي الواحد. د) -

.12 الخطان البيانيان B, A يمثلان علاقة (السرعة - الزمن) لسيارة سباق فإن العجلة التي تتحرك بها السيارة A ....

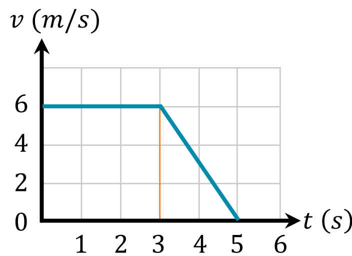


ⓐ أكبر من عجلة السيارة B
ⓑ تساوي العجلة التي تتحرك بها السيارة B
ⓒ أقلّ من عجلة السيارة B
ⓓ نصف عجلة السيارة B

.13 الجسم الذي يقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية يتحرك ....

ⓐ بعجلة منتظمة. ⓑ بعجلة موجبة.
ⓒ بعجلة سالبة. ⓓ بعجلة صفرية.

.14 الشـــكل المقابل يمثّل علاقة بيانية تصـــف حركة جســـم في فترة زمنية $5\ s$ فتكون الإزاحة الحادثة له تساوي m ....



ⓐ 30 ⓑ 60
ⓒ 48 ⓓ 24

.15 ميل الخط المستقيم المار بنقطة الأصل والذي يمثّل العلاقة بين الإزاحة (d) على المحور الرأسي والزمن (t) على المحور الأفقي ....

ⓐ سرعة منتظمة. ⓑ عجلة متغيرة.
ⓒ سرعة متغيرة. ⓓ عجلة منتظمة.

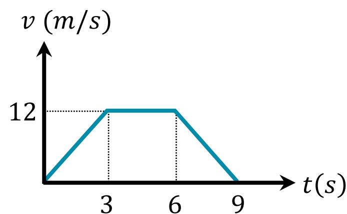
.16 يتحرك جسم بعجلة صفرية وذلك لأنه ....

ⓐ يتحرك بسرعة ثابتة. ⓑ يعود لنقطة البداية بتباطؤ.
ⓒ يتحرك بعجلة منتظمة. ⓓ -

.17 إذا كان مقدار سرعة الجسم يتناقص بمعدل ثابت فإن الجسم ....

ⓐ يتحرك بعجلة منتظمة. ⓑ يقسط سقوطًا حرًا.
ⓒ يتحرك بسرعة منتظمة. ⓓ يتحرك بعجلة غير منتظمة.

.18 في الشكل المقابل تكون المسافة التي يتحركها الجسم تساوي



ⓐ $9\ m$ ⓑ $36\ m$
ⓒ $18\ m$ ⓓ $72\ m$

.19 جسم يتحرك بسرعة منتظمة مقدارها $5\ m/s$ لمدة $5\ s$ فإن العجلة التي يتحرك بها تساوي m/s^2 ....

ⓐ -5 ⓑ 1 ⓒ 5 ⓓ 0

.20 إذا كان اتجاه كل من السرعة والعجلة موجب فإن سرعة الجسم ....

أ) تزيد. ب) تقلّ. جـ) قد تزيد وقد تقل. د) لا تتغيّر.

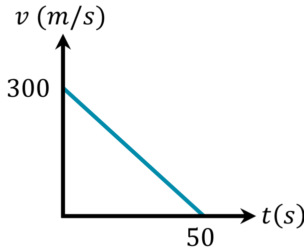
.21 إذا قطعت سـيارة $32\ km$ في اتجاه الجنوب خلال $0.5\ h$ ثم غيّرت اتجاه حركتها فقطعت $40\ km$ في اتجاه الشـرق خلال $2.5\ h$ فإن السرعة العددية المتوسطة للسيارة تساوي km/h ....

أ) 25.21 ب) 16.67 جـ) 23.33 د) 27.42

.22 عند زيادة زمن التغيّر في السرعة بمقدار الضِعف فإن العجلة ....

أ) تقل للنصف. ب) تقل للثلث. جـ) تزداد للضعف. د) تزيد أربع أمثال.

.23 في الشكل البياني المقابل يتحرك الجسم بعجلة تساوي ....

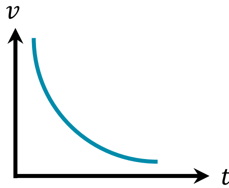


أ) $-\frac{1}{6}$ ب) $+\frac{1}{6}$
جـ) -6 د) $+6$

.24 جسم يتحرك بعجلة منتظمة من السكون فقطع إزاحة d خلال زمن t فإنه يقطع خلال زمن $2\ t$ إزاحة مقدارها ......

أ) $\sqrt{2}\ d$ ب) $4\ d$ جـ) $2\ d$ د) d

.25 الرسم البياني لسيارة تتحرك بعجلة ....



أ) منتظمة موجبة. ب) متغيرة سالبة.
جـ) منتظمة موجبة ثم سالبة. د) متغيرة سالبة ثم موجبة.

.26 إذا انعدمت عجلة تُحرك جسم متحرك فإن هذا يعني أنعدام ....

أ) كتلته. ب) سرعته.
جـ) محصلة القوى المؤثرة عليه. د) إزاحته.

.27 جسم متحرك بسرعة قدرها $48\ m/s$ ثم تغيّرت إلى $4\ m/s$ خلال فترة زمنية $11\ s$، معنى ذلك أن ...

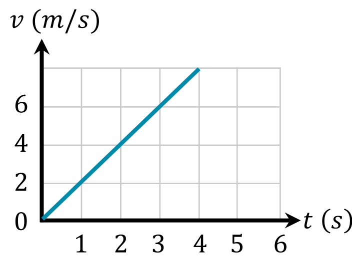
أ) الجسم يقطع إزاحات متساوية. ب) الجسم يقطع إزاحات غير متساوية.
جـ) الجسم يكتسب عجلة سالبة. د) الجسم يكتسب عجلة موجبة قدرها $4\ m/s^2$

.28 إذا كان مقدار سرعة الجسم يتناقص بمعدل ثابت فإن الجسم ....

أ) الجسم سرعته تتغيّر بمقادير متساوية في أزمن غير متساوية.
ب) الجسم متحرك بعجلة متغيرة.
جـ) الجسم يقطع إزاحات متساوية في فترات زمنية متساوية.
د) الجسم يتحرك بسرعة متغيرة.

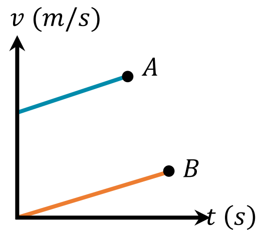
.29 يدّعي متسابق أنه يستطيع تعجيل سيارته من السكون إلى $180\ km/h$ خلال $4\ s$ فإنه يتوقّع أنّ يقطع مسافة $30\ m$ من السكون خلال زمن s ....

أ) 12 ب) 3.14 جـ) 2.19 د) 2.15



.30 الرسم البياني المقابل يوضح حركة سيارة بعجلة منتظمة فتكون سرعتها بعد $100\ m$ هي m/s ....

Ⓐ $10\sqrt{3}$ Ⓑ $10\sqrt{2}$
Ⓒ 10 Ⓓ 20

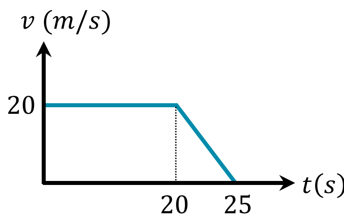


.31 في الشكل المقابل: يوضح جسمين B, A يتحركان طبقًا للرسم البياني، فإن ....

Ⓐ العجلة التي يتحرك بها الجسم A أكبر من العجلة التي يتحرك بها الجسم B
Ⓑ العجلة التي يتحرك بها الجسم B أكبر من العجلة التي يتحرك بها الجسم A
Ⓒ العجلة التي يتحرك بها الجسم A = العجلة التي يتحرك بها الجسم B
Ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة.

.32 إذا تحرك جسم في اتجاه الشمال وتأثر بعجلة منتظمة في اتجاه الغرب يكون ....

Ⓐ السرعة الابتدائية أكبر من السرعة النهائية. Ⓑ السرعة الابتدائية أقلّ من السرعة النهائية.
Ⓒ السرعة الابتدائية تساوي السرعة النهائية. Ⓓ السرعة ثابتة المقدار.

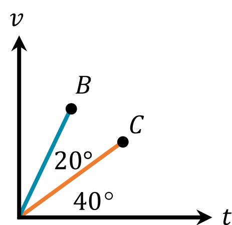


.33 الشكل المقابل يمثّل حركة سيارة، فإن العجلة التي يتحرك بها السيارة في الخمس ثوانٍ الأخيرة هي m/s^2 ....

Ⓐ 5 Ⓑ 4
Ⓒ 2 Ⓓ -4

.34 تتحرك درّاجة بسرعة تزايدية، أيٍّ مِن التوقعات الآتية يعتبر صحيحًا بالنسبة لسرعتها ولعجلتها؟

Ⓐ السرعة موجبة، العجلة سالبة. Ⓑ السرعة سالبة، العجلة سالبة.
Ⓒ السرعة موجبة، العجلة صفر. Ⓓ السرعة سالبة، العجلة موجبة.

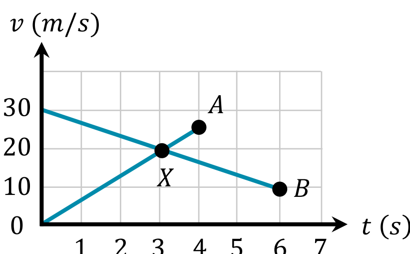


.35 يبيّن الشكل البياني العلاقة بين سرعة جسمين (B, C) مع الزمن. فتكون النسبة بين عجلة الحركة للجسم C إلى عجلة الحركة للجسم B هي ....

Ⓐ 0.43 Ⓑ 0.48
Ⓒ 2.06 Ⓓ 2.3

.36 سيارة تتسارع بانتظام من سكون لتكتسب سرعة (v) عندما تقطع مسافة (d)، تكون سرعة السيارة عندما تقطع مسافة $(4\ d)$ هي ....

Ⓐ $4\ v$ Ⓑ $2\ v$ Ⓒ $\sqrt{2}\ v$ Ⓓ v



.37 يوضح الرسم البياني المقابل العلاقة بين سرعة حركة جسمين B, A والزمن، فأيّ من العبارات التالية صحيح؟

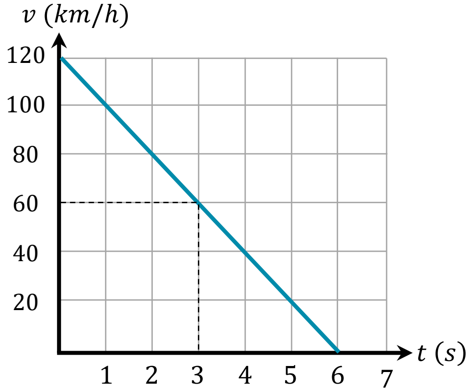
Ⓐ سرعة A تزداد، سرعة B تزداد.
Ⓑ عجلة B, A في نفس الاتجاه.
Ⓒ عجلة A أكبر من عجلة B
Ⓓ يلتقي الجسمان في نفس الموضع بعد $3\ s$

.38 جسم بدء حركته من السكون بعجلة منتظمة فكانت سرعته المتوسطة بعدما يقطع $8\ m$ من بداية الحركة هي $8\ m/s$ سرعته في نهاية الثانية الرابعة .... m/s

Ⓐ 6.8 Ⓑ 8 Ⓒ 10 Ⓓ 6.4

.39 الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين (السرعة - الزمن) لحركة سائق عندما بدأ بالضغط على فرامل السيارة لتخفيف السرعة استعداداً للتوقف، ما مقدار التغيّر في السرعة بـ (m/s^2) خلال الثلاث ثوانٍ الأولى؟

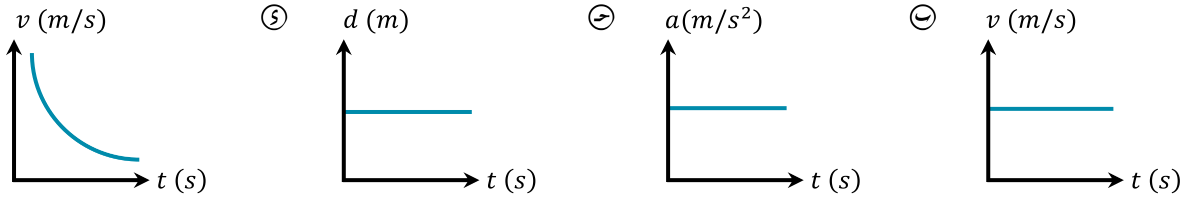
Ⓐ -5.55 Ⓑ -11.11
Ⓒ -40 Ⓓ -20



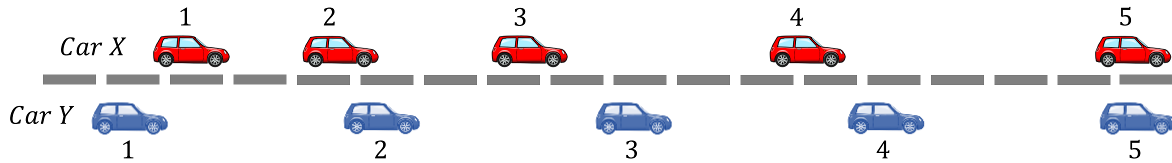
.40 السرعة المتوسطة لجسم خلال فترة زمنية يساوي السرعة اللحظية له عندما يتحرك بعجلة ....

Ⓐ تساوي صفر. Ⓑ منتظمة. Ⓒ موجبة. Ⓓ سالبة.

.41 أيٌّ من الرسومات البيانية التالية تعبّر عن جسم يتحرك بعجلة منتظمة تؤدي لزيادة سرعة الجسم؟



.42 تم تمثيل أماكن سيارتين X وY على فترات زمنية متتابعة مقدار كل منها 1 ثانية بالأشكال المرقمة في الشكل السفلي. وكان اتجاه حركة السيارتين إلى اليمين.

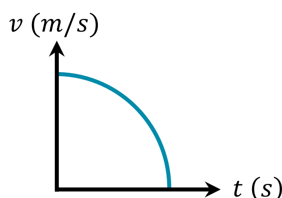


أي العبارات التالية تصف بصورة صحيحة حركة السيارتين؟

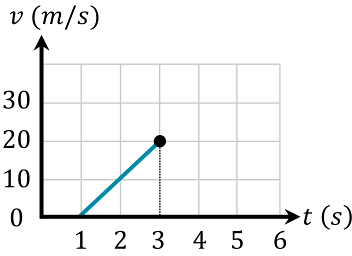
Ⓐ تتحرك السيارتان بسرعة غير منتظمة.
Ⓑ تتحرك السيارة X بسرعة منتظمة، بينما تتحرك السيارة Y بعجلة منتظمة.
Ⓒ تتحرك السيارة X بعجلة غير منتظمة، بينما تتحرك السيارة Y بسرعة منتظمة.
Ⓓ تتحرك السيارة X بعجلة منتظمة، بينما تتحرك السيارة Y بسرعة منتظمة.

.43 المنحنى البياني الموضح يمثّل العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) لسيارة تتحرك بعجلة ....

Ⓐ ثابتة موجبة. Ⓑ متغيرة سالبة.
Ⓒ متغيرة موجبة. Ⓓ صفرية.



44. الشـكل المقابل يوضـح العلاقة (سـرعة - زمن) لجسـم، فإن قيمة إزاحته الكلية ....

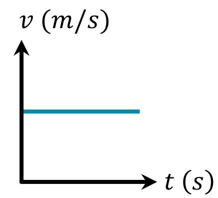


Ⓐ $0.2\ m$　　Ⓑ $2\ m$

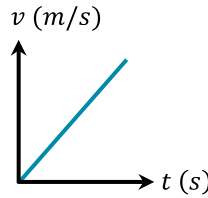
Ⓒ $20\ m$　　Ⓓ $120\ m$

45. الشكل البياني الذي يمثّل حركة جسم بسرعة منتظمة هو الشكل:

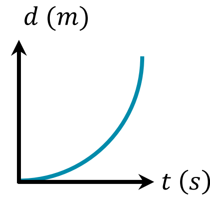
Ⓐ



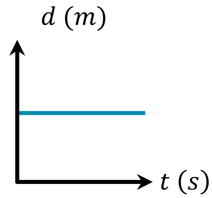
Ⓑ



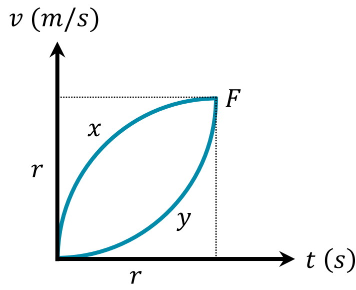
Ⓒ



Ⓓ



46. تتحرك سـيارتان y, x حسـب العلاقة البيانية الموضـحة بالشـكل وعندما تتقابل السيارتان عند F تكون ....



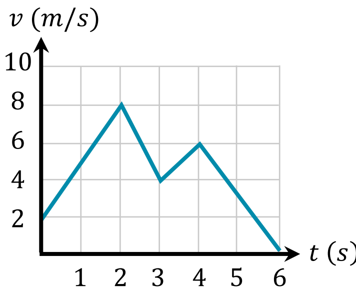
Ⓐ عجلة x = صفر، عجلة y أقصى قيمة.

Ⓑ عجلة y, x أقصى قيمة.

Ⓒ عجلة y, x = صفر.

Ⓓ عجلة x أقصى قيمة، عجلة y = صفر.

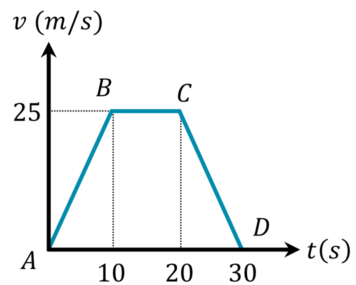
47. في الشكل البياني المقابل قيمة العجلة عند الثانية 2 تساوي m/s^2 ....



Ⓐ 0　　Ⓑ $\frac{8}{6}$

Ⓒ 4　　Ⓓ 3

48. تحركت سـيّارة في خط مسـتقيم لمدة ثلاثون ثانية كما هو موضـح بالرسم، حدِّد نوع السرعة والعجلة في الفترة الزمنية (BC).



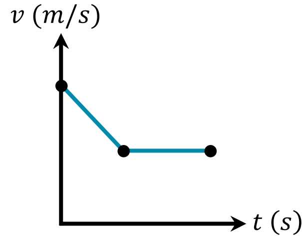
Ⓐ سرعة تزايدية وعجلة مساوية للصفر.

Ⓑ سرعة منتظمة وعجلة موجبة.

Ⓒ سرعة منتظمة وعجلة مساوية للصفر.

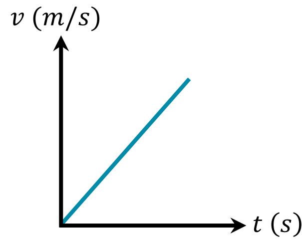
Ⓓ سرعة تناقصية وعجلة مساوية للصفر.

.49 الشكل المقابل يوضح العلاقة بين (سرعة - زمن) لجسم يتحرك في خط مستقيم.
فإن المساحة بين ABC ومحور السينات تمثّل ....



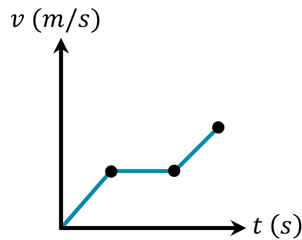
ⓐ السرعة المتوسطة للجسم المتحرك.
ⓑ العجلة التي يتحرك بها الجسم.
ⓒ الإزاحة الحادثة للجسم المتحرك.
ⓓ الشغل المبذول على الجسم المتحرك.

.50 الشكل البياني التالي يوضح العلاقة بين السرعة (v) والزمن (t) لجسم متحرك، اختر إجابتين تصفان حركة الجسم.



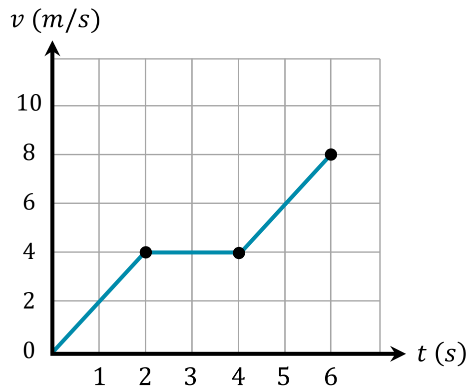
ⓐ يتحرك مسافات متساوية في أزمنة متساوية.
ⓑ تتغيّر سرعته بمعدّل غير ثابت.
ⓒ يتحرك بعجلة ثابتة.
ⓓ يتحرك بسرعة ثابتة.
ⓔ تتغيّر سرعته بمعدّل ثابت.

.51 من الشكل البياني المقابل:
تكون العجلة التي يتحرك بها الجسم خلال الفترة الزمنية (BCD)



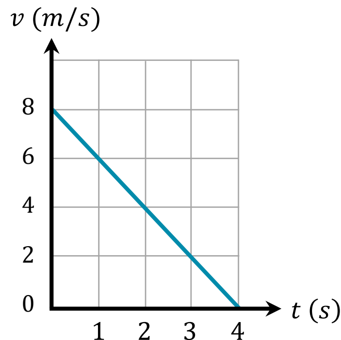
ⓐ صفر ثم منتظمة موجبة.
ⓑ منتظمة سالبة ثم صفر.
ⓒ صفر ثم منتظمة سالبة.
ⓓ منتظمة موجبة ثم صفر.

.52 يمثّل الشكل البياني المقابل العلاقة بين سرعة جسم متحرك في خط مستقيم مع الزمن، فتكون قيمة المسافة التي قطعها الجسم خلال 6 ثواني هي ....



ⓐ $12\ m$ ⓑ $24\ m$
ⓒ $16\ m$ ⓓ $48\ m$

.53 من الشكل البياني التالي المقابل:
تكون قيمة العجلة التي يتحرك بها الجسم ....



ⓐ سالبة $4\ m/s^2$
ⓑ سالبة $2\ m/s^2$
ⓒ موجبة $4\ m/s^2$
ⓓ موجبة $2\ m/s^2$

الفصــــل

الثالث

القــوة والحركة



1 القوة والحركة





يعود الفضل إلى العالمين جاليليو ونيوتن في وضع نظرية منظمة للحركة وذلك في القرن السابع عشر - حيث قاما بشرح وتفسير أسباب حركة الأجسام وكيفية حركتها.

القوة:

- هي مؤثر خارجي يؤثّر على الجسم فيسبب تغييرًا في حالته أو اتجاهه.
- **أمثلة:**
  ① قوتك العضلية تساعدك على شد الأشياء.
  ② قوة محرك السيارة تساعد على بدء الحركة.
  ③ قوة الفرامل تساعد على إيقاف السيارة.
- تقاس باستخدام الميزان الزنبركي ووحدة قياسها هي النيوتن.

قوانين نيوتن الثلاثة للحركة

قام نيوتن بوضع ثلاثة قوانين لشرح وتفسير حركة الأجسام عند التأثير عليها بقوة أو مجموعة من القوى، وفيما يلي نتناول كل قانون على حِدة.

قانون نيوتن الأول

- إذا دُفِعَ جسم على الأرض فإنه ينزلق عليها مسافة معينة ثم يتباطأ إلى أن يقف.
- اعتقد العلماء أن طبيعة المادة هي السكون بمعنى أن حركة أي شيء تؤول للسكون إلا أن التجارب العلمية أظهرت أنّ ذلك يعود لوجود قوى احتكاك:
  (أ) تقاوم الجسم المنزلق وتعمل على إبطائه حتى يقف.
  (ب) بدونها يتابع الجسم سيره باستمرار دون توقف.

نص قانون نيوتن الأول:

يظل الجسم على حالته من سكون أو حركة بسرعة منتظمة في خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة محصلة تغيّر من حالته.

التفسير:

- عند وضع كرة على أرض الملعب فإنها تظل ساكنة في مكانها ما لم يحركها اللاعب (ما لم تؤثر عليها قوة خارجية تغيّر من حالتها).
- عند ركل كرة فإنها تتحرك مسافة معينة ثم تتباطأ حتى تقف بعد فترة لأن الكرة تتأثر بقوة خارجية تغيّر من حالتها (الحركة) وهي قوى الاحتكاك بينها وبين الأرض والتي تقاوم حركة الكرة وفي حالة عدم وجود هذه القوى فإن الكرة ستظل متحركة بسرعة ثابتة في خط مستقيم.



الاستنتاج:

- نحتاج قوة لتغيّر حالة الجسم من الحركة إلى السكون أو من السكون إلى الحركة.
- لا نحتاج قوة لجعل الجسم يحافظ على حالته (سكون أو حركة بسرعة ثابتة في خط مستقيم).

الصيغة الرياضية: $\sum F = 0$ ($\sum$ تُسمى سيجما وتُرمز إلى محصلة القوى، F تُرمز إلى القوة).

أي أنه: إذا أثّرت أكثر من قوة على جسم بحيث تلغي تأثير بعضها البعض فتصبح محصلة القوى المؤثرة على هذا الجسم تساوي صفر، فإن العجلة تساوي صفر فلا تتغيّر سرعة الجسم سواء كان ساكنًا أو متحركًا.

لاحظ:

- يطبّق قانون نيوتن الأول على الجسم الذي تكون عجلته تساوي ومحصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفر بمعنى أن الجسم قد يكون ساكنًا وقد يكون متحركًا بسرعة منتظمة.
- ليس معنى أن محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفر أن الجسم الساكن، فقد يكون الجسم متحركًا بسرعة منتظمة والقوى تلاشي بعضها (لها نفس المقدار والاتجاه وخط العمل).
- لحدوث إتزان لابد من وجود أكثر من قوة، فالقوة الوحيدة لا تحدث إتزان.
- إذا أثرت على الجسم عدة قوى في نفس الاتجاه فلن تلاشي بعضها والمحصلة لن تساوي صفر.

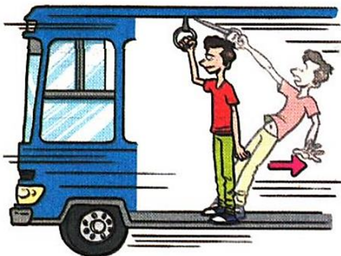
القصور الذاتي

تعريف القصور الذاتي:

① هو ميل الجسم الساكن إلى البقاء في حالة السكون وميل الجسم المتحرك للاستمرار في الحركة بسرعته الأصلية في خط مستقيم.
② هو خاصية مقاومة الأجسام لتغيير حالتها من السكون أو الحركة.

أمثلة:

① سقوط قطعة النقود في الكوب عند دفع الورقة فجأة.
لأن الجسم الساكن يحاول الاحتفاظ بحالة السكون التي كان عليها.
② اندفاع قائد الدرّاجة النارية للأمام عند اصطدامها بحاجز.
لأن الجسم المتحرك يحاول الاحتفاظ بحالة الحركة التي كان عليها.
③ استمرار دوران أذرع المروحة الكهربية لبضع ثوانٍ بعد قطع التيار عنها.
④ اندفاع الراكب للخلف عند تحرك الحافلة الساكنة فجأة للأمام.
⑤ اندفاع الراكب للأمام عند توقف الحافلة المتحركة فجأة
⑥ اندفاع الفارس للأمام عند اصطدام الجواد بالحاجز.
⑦ سقوط الشخص على وجهه إذا اصطدم بحجر أثناء الجري.
⑧ بقاء قطعة رخام على المنضدة بعد سحب لوح الورق من تحتها فجأة.
⑨ اندفاع لاعب كرة القدم للأمام أثناء سقوطه على الأرض عند تعرّض قدمه للعرقلة أثناء الجري.





العلاقة بين كتلة الجسم وقصوره الذاتي:

- من السهل تحريك جسم كتلته صغيرة (عربة فارغة) وذلك لأنّ قصوره الذاتي صغير.
- نجد صعوبة في تحريك جسم كتلته كبيرة (عربة محمّلة بالبضائع) وذلك لأنّ قصوره الذاتي كبير.
- القصور الذاتي يتناسب طرديًا مع الكتلة.

العلاقة بين كتلة الجسم وقصوره الذاتي:

- يُسمى قانون نيوتن الأول بقانون القصور الذاتي لأنّ الجسم يكون قاصرًا عن تغيير حالته من السكون أو الحركة بنفسه.
- يجب ارتداء حزام الأمان أثناء قيادة السيارة لتقليل اندفاع الجسم للأمام أثناء التصادم فجأة نتيجة تأثره بالقصور الذاتي مما يقلل من نسبة الإصابات.
- لا تحتاج صواريخ الفضاء عقب خروجها من الجاذبية الأرضية إلى استهلاك وقود لكي تتحرّك لأنّ القصور الذاتي يحافظ على حركتها بسرعة منتظمة وفي خط مستقيم.

قانون نيوتن الثاني

- سيتم دراسته في الفصل الدراسي الثاني.
- القوة المحصلة المؤثرة على جسم تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في العجلة التي يتحرك بها.
- $F = ma$

قانون نيوتن الثالث

- يبحث القانون الثالث لنيوتن في طبيعة القوى التي تؤثر على الأجسام والتي تتواجد بشكل أزواج متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.

نص القانون:

عندما يؤثر جسم ما على جسم آخر بقوة فإن الجسم الثاني يؤثر على الجسم بقوة مساوية لها في المقدار ومضاد لها في الاتجاه.

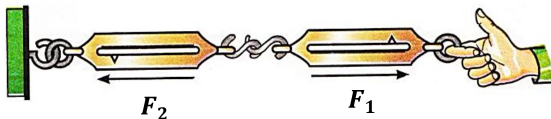
أو: لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.

الصيغة الرياضية:

إذا رمزنا للقوة التي يؤثر بها جسم A على جسم آخر B بالرمز F_1 والقوة التي يؤثر بها الجسم B على الجسم A بالرمز F_2 يكون:

- إذا كان الجسمان في حالة سكون: $F_1 = -F_2$
- إذا كان الجسمان في حالة حركة: $m_1a_1 = -m_2a_2$

والإشارة السالبة تعني أن القوتين في اتجاهين متضادين.



التفسير:

قانون نيوتن الثالث يتعلّق دائمًا بقوتين متبادلتين بين جسمين مختلفين، لذلك إذا كانت القوة الأولى تعتبر (فعل) فإن القوة الثانية تكون (رد فعل) وتكون مساوية للقوة الأولى وفي الاتجاه المضاد لها.

أمثلة:

① عند دفع شخص جالس على كرسي متحرك للحائط (فعل) فإن الكرسي يندفع إلى الخلف (رد فعل).
② عندما تنطلق قذيفة من بندقية للأمام (فعل فإن البندقية ترتد للخلف (رد فعل).
③ عند نفخ بالون ثم تركه حرًا يندفع الهواء منه في اتجاه معيّن (فعل) ويندفع البالون في الاتجاه المضاد (رد فعل).

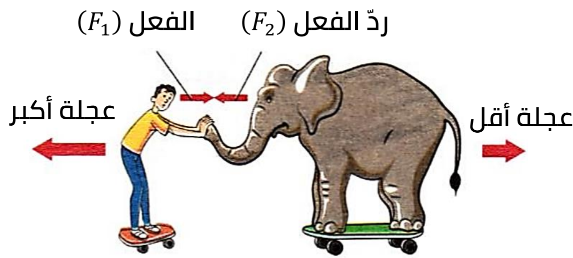
④ عند قيام شخصين بلعبة شدّ الحبل، فإذا كانت القوتان:

- متساويتان: فإن الحبل يكون في حالة إتزان، ولا يتحرك أحدهما تجاه الآخر.
- غير متساويتان: يوجد قوة محصلة لهاتين القوتين تؤثر في اتجاه القوة الأكبر فيتحرك أحدهما تجاه الآخر.

لاحظ:

- لا توجد في الكون قوة مفردة لأن قوتا الفعل ورد الفعل ينشآن معًا ويختفيان معًا.
- للفعل وردّ الفعل طبيعة واحدة، فإذا كان الفعل قوة جاذبية فإن ردّ الفعل يكون قوّة جاذبية أيضًا.
- بالرغم من تساوي قوتا الفعل وردّ الفعل إلاّ أنهما لا يحدثان اتزان (محصلة الفرد وردّ الفعل لا تساوي صفر) لأنهما يؤثران على جسمين مختلفين وليس على جسم واحد.
- يجب على الجندي تثبيت البندقية تمامًا على كتفه أثناء إطلاق النار لكي يقلل من ارتداد البندقية إلى الخلف كرد فعل عليها عند خروج القذيفة منها للأمام.
- تعتمد فكرة عمل الصاروخ على قانون نيوتن الثالث لأنه تندفع كتلة ضخمة من الغازات المشتعلة إلى أسفل الصاروخ فيكون ردّ فعل الصاروخ الاندفاع لأعلى.

لاحظ الشكل المقابل، ثم أجب عن الأسئلة التالية:



Ⓐ ما العلاقة بين القوة المؤثرة على الفيل والقوة المؤثرة على الشخص؟

Ⓑ لماذا تكون قوة الفعل على الفيل وردّ الفعل على الشخص قوتين غير متزنتين؟

Ⓒ إذا كانت كتلة الفيل تساوي 6 مرات قدر كتلة الرجل، فاحسب العجلة التي يتحرك بها الفيل إذا تحرك الرجل بعجلة $2\ m/s^2$، لماذا تكون عجلة الفيل سالبة الإشارة؟

الحل:

Ⓐ القوة المؤثرة على الفيل = - القوة المؤثرة على الشخص $(F_1 = -F_2)$.

Ⓑ لكي يحدث الاتزان بين قوتين يشترط أن تكونا متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه، وخط عملهما واحد، وتؤثران على نفس الجسم، وتنطبق جميع هذه الشروط على قوى الفعل ورد الفعل، فيما عدا الشرط الأخير، حيث أن الفعل يؤثر على جسم (الفيل) وردّ الفعل يؤثر على جسم آخر (الشخص).

Ⓒ حساب العجلة التي يتحرك بها الفيل:

$$F_1 = F_2$$
$$m_1 a_1 = -m_2 a_2$$
$$\frac{-a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$
$$m_1 = 6\ m_2$$
$$\frac{-a_1}{2} = \frac{1}{6}$$
$$a_1 = -\frac{1}{3}\ m/s^2$$

تدل الإشارة السالبة على أن الفيل يتحرك في عكس اتجاه حركة الشخص.

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. تسير درّاجة بسرعة ثابتة في خط مستقيم في اتجاه الشرق، عندما تكون القوة المحصلة على الدرّاجة ....
أ) صفرًا. ب) سالبة. ج) موجبة. د) في اتجاه الشرق.

2. عندما يكون اتجاه العجلة عكس اتجاه السرعة ....
أ) تقلّ القوة المحصلة. ب) تزداد سرعة الجسم.
ج) تظل سرعة الجسم ثابتة. د) تتناقص سرعة الجسم.

3. عندما تكون القوة المحصلة تؤثر على سيارة متحركة صفرًا، ....
أ) تتحرك السيارة بعجلة موجبة. ب) تتحرك السيارة بعجلة سالبة.
ج) تتحرك السيارة بسرعة منتظمة. د) تتوقف السيارة.

4. نعبّر عن قانون نيوتن الثالث بالعلاقة الرياضية ....
أ) $F_1 = -F_2$ ب) $\sum F \neq 0$ ج) $\sum F = 0$ د) $F = ma$

5. تبعًا للقانون الأول لنيوتن يتحرك الجسم بعجلة .... ما لم تؤثر عليه قوة خارجية.
أ) منتظمة. ب) منعدمة. ج) غير منتظمة. د) -

6. إذا نعدمت القوة المحصلة المؤثرة على جسم متحرك في مستقيم بسرعة منتظمة فإن الجسم ...
أ) تتوقف حركته. ب) يتحرك بعجلة منتظمة.
ج) يظل متحركًا بسرعة منتظمة. د) يتحرك بسرعة غير منتظمة.

7. يُسمى قانون نيوتن الأول بقانون ....
أ) ردّ الفعل. ب) بقاء الكتلة. ج) القصور الذاتي. د) بقاء الطاقة.

8. يبقى الجسم الساكن ساكنًا إذا أثرت عليه قوى ....
أ) كبيرة. ب) متزنة. ج) غير متزنة. د) -

9. إمكانية إيقاف الأجسام التي تتحرك تحت تأثير القصور الذاتي تتوقف على ....
أ) كتلتها فقط. ب) عجلة تحركها فقط. ج) سرعتها فقط. د) كتلتها وسرعتها معًا.

10. استمرار دوران المروحة الكهربية رغم انقطاع التيار الكهربي بسبب ....
أ) ثقل ريش المروحة. ب) القصور الذاتي.
ج) اختزان جزء من التيار الكهربي. د) اتزان القوى المؤثرة

11. القانون الثالث لنيوتن يُسمى قانون ....
أ) القصور الذاتي. ب) ردّ الفعل.
ج) الجذب العام. د) كولوم.

12. عند نفخ بالون بالهواء ثم اندفع الهواء منه فإن البالون يندفع ....
أ) في اتجاه اندفاع الهواء. ب) يمين اتجاه اندفاع الهواء.
ج) في عكس اتجاه اندفاع الهواء. د) يسار اتجاه اندفاع الهواء.

13. ✍ عند زيادة قوة الفعل للضعف فإن قوة رد الفعل ....

Ⓐ تقل للنصف.
Ⓑ تزداد أربعة أمثال.
Ⓒ تزداد للضعف.
Ⓓ لا تتغير.

14. ✍ تعتمد فكرة عمل الصاروخ على قانون ....

Ⓐ القصور الذاتي.
Ⓑ نيوتن الثالث.
Ⓒ الجذب العام.
Ⓓ كولوم.

15. ✍ يُسمى قانون الفعل وردّ الفعل بقانون نيوتن ....

Ⓐ الأول.
Ⓑ الثاني.
Ⓒ الثالث.
Ⓓ -

16. اندفاع راكب الجواد للأمام إذا كبا الجواد فجأة يرجع إلى ....

Ⓐ قوة الجاذبية الأرضية.
Ⓑ قوة اندفاع الجواد.
Ⓒ القوة الطاردة المركزية.
Ⓓ القصور الذاتي.

17. يعمل .... على منع اصطدام سائق سيارة بالزجاج الأمامي بفعل القصور الذاتي عند الضغط على الفرامل بقوة.

Ⓐ الدركسيون
Ⓑ ذراع تغيير السرعات
Ⓒ حزام الأمان
Ⓓ الكاوتش

18. عند حركة سيارة ساكنة للأمام بشكل مفاجئ يندفع الركاب ....

Ⓐ للأمام.
Ⓑ للخلف.
Ⓒ لليمين.
Ⓓ لليسار.

19. الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الأول هي ....

Ⓐ $F_1 = -F_2$
Ⓑ $\sum F \neq 0$
Ⓒ $\sum F = 0$
Ⓓ $F = ma$

20. من خصائص قوة الفعل وردّ الفعل أنهما ....

Ⓐ لهما نفس الطبيعة.
Ⓑ لهما نفس الاتجاه.
Ⓒ متعامدتين.
Ⓓ تؤثران على نفس الجسم.

21. دراسة القصور الذاتي له أهمية في ....

Ⓐ تجفيف الملابس.
Ⓑ الأرجوحة الدوارة.
Ⓒ الوقاية من شر الحوادث.
Ⓓ صنع غزل البنات.

22. إذا كانت كتلة جسم $4\ kg$ وكتلة جسم آخر $8\ kg$ فإن القصور الذاتي للجسم الثاني .... بالقصور الذاتي للجسم الأول.

Ⓐ ضِعف
Ⓑ نصف
Ⓒ ثلاثة أمثال
Ⓓ لا تربطه علاقة

23. إذا زادت كتلة الجسم إلى ثلاث أمثالها فإن قصوره الذاتي ....

Ⓐ يقلّ إلى الثُّلث.
Ⓑ يزداد إلى ثلاثة أمثاله.
Ⓒ يزداد إلى ستة أمثاله.
Ⓓ لا يتغيّر.

24. يتناسب القصور الذاتي لجسم تناسبًا طرديًا مع ....

Ⓐ متزنتان.
Ⓑ غير متزنتان.
Ⓒ متعامدتان.
Ⓓ متوازيتان.

25. قوتا الفعل وردّ الفعل قوتان ....
(أ) متزنتان. (ب) غير متزنتان. (ج) متعامدتان. (د) متوازيتان.

26. قوة اندفاع الغاز من الصاروخ لأسفل .... قوة اندفاع الصاروخ لأعلى.
(أ) أكبر (ب) أقل (ج) تساوي (د) أكبر من أو تساوي

27. عامل يدفع عربة حديقة، فإن القوة التي تسبب حركة العربة للأمام هي ....
(أ) القوة التي يؤثر بها العامل على العربة. (ب) القوة التي تؤثر بها العربة على العامل.
(ج) القوة التي تؤثر بها الأرض على العربة. (د) الوقة التي تؤثر بها الأرض على العامل.

28. إذا صطدمت شاحنة كبيرة مع سيارة صغيرة فإن ....
(أ) الشاحنة تتأثر بقوة أكبر. (ب) السيارة الصغيرة تتأثر بقوة أكبر.
(ج) الشاحنة لا تتأثر بأيّ قوة. (د) القوتان المؤثرتان عليهما متساويتان.

29. حسب القانون الأول لنيوتن يتحرك الجسم بعجلة .... ما لم تؤثر عليه قوة خارجية.
(أ) منتظمة (ب) صفرية (ج) متغيرة (د) سالبة

30. عند تطبيق قانون نيوتن الأول فإن الكمية التي تساوي الصفر هي ....
(أ) العلجة. (ب) الكتلة. (ج) الوزن. (د) السرعة.

31. يستمر صاروخ الفضاء في الحركة بعد الخروج من الجاذبية بسبب ....
(أ) القصور الذاتي. (ب) تخزين تيار كهربي. (ج) زيادة السرعة. (د) اتزان القوى.

32. إذا أثر جسم x على جسم y بقوة $9\ N$ فإن قوة ردّ فعل الجسم تساوي ....
(أ) 0 (ب) $9\ N$ (ج) $-9\ N$ (د) $1\ N$

33. كل العبارات الآتية تنطبق على قوتيّ الفعل وردّ الفعل ما عدا ....
(أ) قوة الفعل = قوة ردّ الفعل. (ب) قوة الفعل تعاكس قوة ردّ الفعل.
(ج) قوة الفعل وقوة ردّ الفعل تؤثران على نفس الجسم. (د) قوة الفعل وقوة رد الفعل تؤثران على جسمين مختلفين.

34. إذا أثرت على جسم مجموعة من القوى وظلّ الجسم ساكن فإن محصلة القوى المؤثرة تكون ...
(أ) أقصى ما يمكن. (ب) صفرًا.
(ج) متساوية في المقدار ومتضادة في الاتجاه. (د) ليس لها نفس خط العمل.

35. عندما يثبّت الجندي البندقية في تجويف الكتب، يكون ذلك إحدى التطبيقات على ....
(أ) قانون نيوتن الأول. (ب) قانون نيوتن الثالث.
(ج) القصور الذاتي. (د) قانون نيوتن الأول والقصور الذاتي.

36. أيّ الأجسام التالية يحدث بها أكبر قصور ذاتي؟
(أ) كرة تنس طاولة تدور بسرعة $0.5\ m/s$ (ب) قطار يتحرك بسرعة $1\ m/s$
(ج) سيارة تتحرك بسرعة $4\ m/s$ (د) كرة بولينج تتحرك بسرعة $2\ m/s$

37. يسقط جسم وزنه $500\ N$ سقوطًا حرًا، فإذا خضع في فترة أثناء سقوطه لقانون نيوتن الأول فتكون القوة المؤثرة عليه في تلك الفترة بالنيوتن تساوي ....

Ⓐ 500 لأسفل. Ⓑ 500 لأعلى. Ⓒ أكبر من 500 Ⓓ أقل من 500

38. عند توقف السيارة فجأة فإن الركاب تندفع للأمام ويعتبر ذلك تبعًا ....

Ⓐ للقانون الثالث لنيوتن. Ⓑ للجاذبية الأرضية.
Ⓒ للقانون الأول لنيوتن. Ⓓ للاحتفاظ بحالة السكون.

39. إذا قمت بنفخ بالون ثم تركت الهواء يندفع منه فإن البالون في أثناء اندفاع الهواء لأسفل ....

Ⓐ يبقى ساكنًا. Ⓑ يتحرك لأعلى. Ⓒ يتحرك لأسفل. Ⓓ يتحرك أفقيًا.

40. يريد سائق ميكروباص أن يغلق الباب الجرّار دون الاحتياج إلى مساعدة ركاب السيارة فإنه ....

Ⓐ لا يتحرك بالسيارة. Ⓑ يتحرك بسرعة ثابتة.
Ⓒ ينطلق بسرعة ويستمر في الحركة. Ⓓ ينطلق بسرعة ثم يتوقف فجأة.

41. يجلس طالب على كرسي ويؤثر عليه بقوة مقدارها $500\ N$ فإن الكرسي يؤثر عليه بقوة تساوي ...

Ⓐ -500 لأسفل. Ⓑ -500 لأعلى.
Ⓒ 500 لأسفل. Ⓓ 500 لأعلى.

42. اندفاع ركاب سيارة للخلف عند بداية حركة السيارة بسبب ....

Ⓐ القصور الذاتي. Ⓑ بقاء الكتلة. Ⓒ بقاء الطاقة. Ⓓ الجذب العام.

43. حركة الطيور أثناء طيرانها من أبرز الأمثلة على ....

Ⓐ القصور الذاتي. Ⓑ القانون الأول لنيوتن. Ⓒ المقذوفات في بُعدين. Ⓓ القانون الثالث لنيوتن.

44. تعتمد فكرة إطلاق الصواريخ على ....

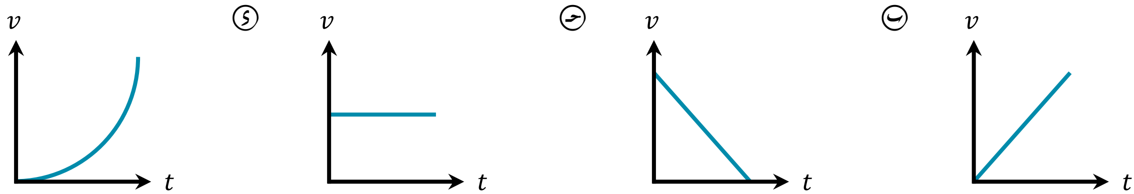
Ⓐ قانون بقاء الطاقة. Ⓑ قانون ردّ الفعل.
Ⓒ قانون القصور الذاتي. Ⓓ قانون بقاء الكتلة.

45. المؤثر الخارجي الذي يعمل على تغيير حالة الجسم ....

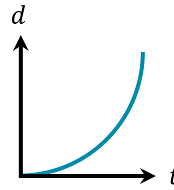
Ⓐ الإزاحة. Ⓑ القوة. Ⓒ الكتلة. Ⓓ الزمن.

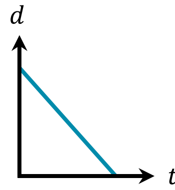
46. أي الأشكال البيانية الآتية يمثّل قانون نيوتن الأول؟

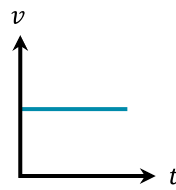
Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ

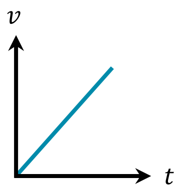


.47 أيّ الأشكال البيانية الآتية يمثّل قانون نيوتن الأول؟

Ⓐ 

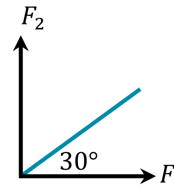
Ⓑ 

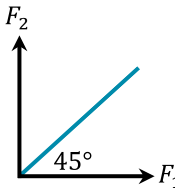
Ⓒ 

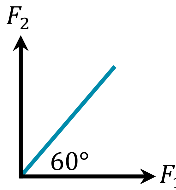
Ⓓ 

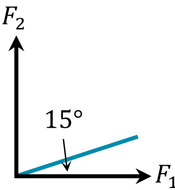
Ⓐ الشكل (1) والشكل (2).
Ⓑ الشكل (2) والشكل (3).
Ⓒ الشكل (3) والشكل (4).
Ⓓ الشكل (1) والشكل (4).

.48 أيٌّ من الرسـومات البيانية التالية يعبّر عن العلاقة بين قيمة قوة الفعل (F_1) وقيمة ردّ الفعل (F_2) عند رسـمهما بنفس مقياس الرسم؟

Ⓐ 

Ⓑ 

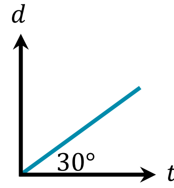
Ⓒ 

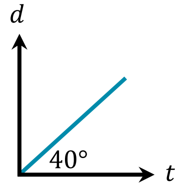
Ⓓ 

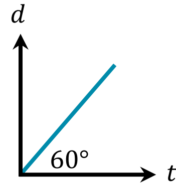
.49 يحاول حصان أن يسحب عربة محملة بالأخشاب. فإذا علمت أن قوّة شدّ الحصان للعربة تمثل "الفعل"، فأي من القوى التالية يعتبر "ردّ فعل" لقوة شد الحصان؟

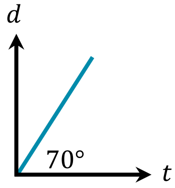
Ⓐ قوة احتكاك عجلات العربة مع الأرض.
Ⓑ قوة شد العربة للحصان.
Ⓒ قوة مقاومة الهواء للعربة.
Ⓓ قوة احتكاك أقدام الحصان مع الأرض.

.50 الأشكال الآتية توضح حالة بعض الأجسام المتحركة والتي لها نفس الكتلة وجميعها مرسومة بنفس مقياس الرسم، فإن الرسم الذي يعبّر عن الجسم الذي له أكبر قصور ذاتي عند توقفها فجأة هو الشكل ....

Ⓐ 

Ⓑ 

Ⓒ 

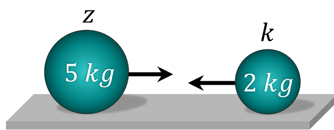
Ⓓ 

.51 أي الحالات التالية يعتبر تطبيق على قانونيّ نيوتن الأول والثالث على الترتيب؟

1- انطلاق صاروخ من قاعدة الإطلاق نتيجة احتراق الوقود.
2- حركة الصاروخ بَعُدَ من مجال الجاذبية دون وقود.
3- كتاب موضوع على منضدة.
4- اندفاع الركاب إلى الخلف عند توقف السيّارة فجأة.

Ⓐ الحالتين 1، 4
Ⓑ الحالتين 1، 2
Ⓒ الحالتين 1، 3
Ⓓ الحالتين 2، 4

.52 يبيّن الشكل جسمين k, z كتلتيهما $2\ kg, 5\ kg$ على الترتيب.
فإذا أثّر الجسم k على الجسم z بقوة مقدارها F عند تصادمهما فتكون القوة التي يؤثر بها الجسم z على الجسم k مساوية ....



Ⓐ $\frac{2}{5}F$
Ⓑ $\frac{5}{2}F$
Ⓒ F
Ⓓ $-F$

53. كتاب الفيزياء موجود على طاولة أفقية ....

أ) لا يوجد أي قوّة تؤثر عليه.
ب) لا يؤثّر الكتاب بأيّ قوّة على الطاولة.
ج) محصلة القوى التي تؤثّر عليه تساوي صفرًا.
د) لا تؤثّر الطاولة بأيّ قوّة على الكتاب.

54. خرج رجل للتّنزّه مع كلبه والذي كان مربوطًا بحزام أمسكه بشدّة، فجأة أبصر الكلب قطّةً فحاول أن يركض نحوها لكنّه لم يتمكّن من ذلك لأنَّ الحزام امتدّ كثيرًا فمنعه مِن هذا. أيّ جملة تصف بشكل صحيح ما حدث؟

أ) الكلب والرجل يشدّان الحزام بقوّة متساوية.
ب) الكلب يشدّ الحزام بقوّة أكبر بكثير من تلك التي يؤثّر بها الرجل.
ج) الرجل يشدّ الحزام بقوّة أكبر بكثير من تلك التي يشدّ بها الكلب.
د) الرجل لا يشدّ بالحزام بتاتًا إنّما يسحب إلى الأمام بسبب ركض الكلب.

55. أي العبارات التالية تتفق مع قوتيّ الفعل وردّ الفعل المشار إليها في قانون نيوتن الثالث في الحركة؟

أ) الفعل وردّ الفعل يؤثران في الجسم نفسه.
ب) الفعل وردّ الفعل متساويان في المقدار ولهما نفس الاتجاه.
ج) الفعل وردّ الفعل يؤثران في جسمين مختلفين ولهما نفس المقدار ومتعاكسين في الاتجاه.
د) الفعل وردّ الفعل يؤثران في الجسم نفسه ولهما نفس المقدار ونفس الاتجاه.

56. حينما تضرب الكرة بقدمك فإن قوى الفعل وردّ الفعل لا يلغيان بعضهما لأن ....

أ) قوة القدم في الكرة أكبر من قوة الكرة في القدم.
ب) القوتين تؤثران في جسمين مختلفين.
ج) قوة القدم في الكرة أقل من قوة الكرة في القدم.
د) القوتين تؤثران في زمنين مختلفين.

57. لا يرتد المدفع بالسرعة نفسها التي تنطلق بها القذيفة على الرغم من الفعل وردّ الفعل متعاكسان في المقدار ....

أ) لأن المدفع يتم تثبيته.
ب) لأن الفعل وردّ الفعل متعاكسان في الاتجاه.
ج) لأن كتلة القصور لكل منهما مختلفة.
د) لا توجد إجابة صحيحة.

58. إذا ركل رائد فضاء حجرًا صغيرًا وهو في الفضاء الخارجي، أيّ العبارات الآتية صحيحة؟

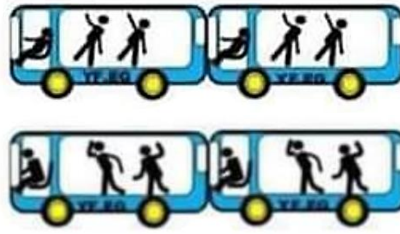
أ) لا يتحرك رائد الفضاء أو الحجر لأنهما عديما الوزن.
ب) يتحرك الحجر ورائد الفضاء بسرعة واحدة ولكن باتجاهين متعاكسين.
ج) يتحرك رائد الفضاء بسرعة أكبر من سرعة الحجر ولكن باتجاهين متعاكسين.
د) يتحرك رائد الفضاء والحجر بسرعتين مختلفتين ولكن بالاتجاه نفسه.

59. تحمل طالبة كرة في يدها، إذا كانت القوة التي تؤثر بها الأرض في الكرة هي الفعل، فإن قوة ردّ الفعل هي القوة التي تؤثر بها ....

أ) الكرة في الأرض.
ب) الكرة في اليد.
ج) اليد في الكرة.
د) الأرض في اليد.

60. تقف حافلة في إشارة المرور واصطدمت بها حافلة أخرى مسرعة من الخلف.
كيف سيكون حال الركاب داخل الحافلتين لحظة التصادم؟

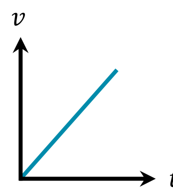
Ⓐ 

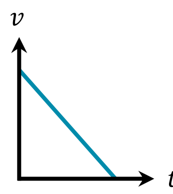
Ⓑ 

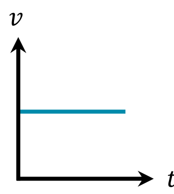
Ⓒ 

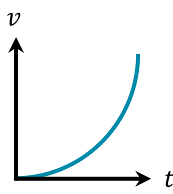
Ⓓ 

61. الأشكال البيانية تعبّر عن علاقة بين $t(s), v(m/s)$، أي منها تعبّر عن حركة سفينة فضاء خرجت من مجال الجاذبية ....

Ⓐ 

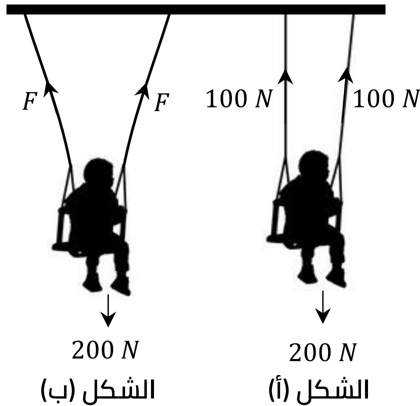
Ⓑ 

Ⓒ 

Ⓓ 

أسئلة متنوعة

1. في الشكل (أ) طفل يجلس على أرجوحة حبالها رأسية.
فسر لماذا تكون قوة الشدّ في كل حبل $100\ N$؟
في شـكل (ب) يجلس الطفل على نفس الأرجوحة بعد أن باعدنا بين نقطتيّ تعليقها.
ماذا يحدث لقوة الشدّ في كل حبل؟
Ⓐ تظل $100\ N$
Ⓑ تزيد عن 100 N
Ⓒ تقل عن 100 N



الشكل (ب)   الشكل (أ)

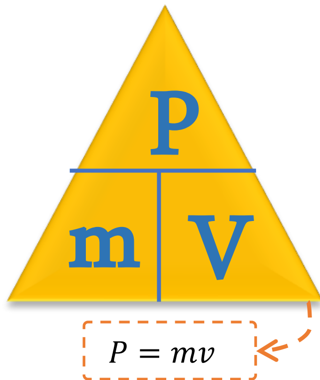
2. توضح الصورة متسابقًا في سباق للقوارب.
Ⓐ استخرج زوجًا من القوى في هذا الموقف يمثلان فعل وردّ فعل.
Ⓑ بيّن كيف يمكن للقارب أن يصل إلى سرعة أكبر.

مجداف


1 كمية التحرك

P

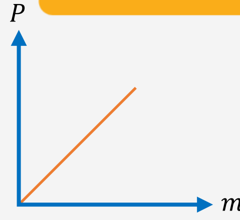
التعريف	هي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته.
القانون	كمية التحرك = الكتلة × السرعة.
وحدة القياس	kg. m/s
صيغة الأبعاد	MLT^{-1}
الاتجاه	في نفس اتجاه سرعة الجسم.
نوعها	كمية متجهة, لأنها حاصل ضرب كمية قياسية × كمية متجهة.



$P = mv$

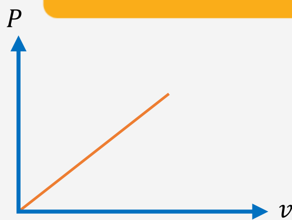
علاقات بيانية

كمية التحرك – الكتلة



$slope = \frac{\Delta P}{\Delta m} = v$

كمية التحرك – السرعة



$slope = \frac{\Delta P}{\Delta v} = m$

العوامل التي تتوقف عليها كمية التحرك

(1) سرعة الجسم : تتناسب كمية التحرك طردياً مع سرعة الجسم عند ثبوت الكتلة .

(2) كتلة الجسم : تتناسب كمية التحرك طردياً مع الكتلة عند ثبوت السرعة .

خد فكره من الاينشتاين

علل

أ) كمية التحرك لجسم ساكن تساوي صفر مهما زادت كتلته (كمية التحرك لقطار ساكن تساوي صفر).

ب) كمية التحرك لجسم متحرك لا تساوي صفر مهما قلّت كتلته (كمية التحرك لطفل يحبو لا تساوي صفر).

ج) عند اصطدام كرة بحائط وارتدادها في الاتجاه المضاد فإن:

- سرعة الكرة قبل التصادم موجبة وسرعتها بعد التصادم سالبة.
- يكون التغيّر في كمية الحركة:

$\Delta P = P_{(\text{بعد التصادم})} - P_{(\text{التصادم})}$

ياكش تفلح

جرب تحل كده

(1) جسم كتلته $0.5\ kg$ يسقط سقوطًا حرًا من قمة برج فوصل إلى سطح الأرض بعد $4\ s$, احسب كمية تحرك الجسم لحظة اصطدامه بسطح الأرض. (علمًا بأن: $g = 10\ m/s^2$)

دا الحل

$v_f = v_i + gt = 0 + (10 \times 4) = 40\ m/s$
$P = mv_f = 0.5 \times 40 = 20\ kg.m/s$

(2) جسمان كتلة الأول $5\ kg$ ويتحرك بسرعة $20\ m/s$ فإذا كانت كتلة الثاني $15\ kg$, احسب سرعة الجسم الثاني إذا كان للجسمين نفس كمية التحرك.

دا الحل

$P_1 = P_2$
$m_1v_1 = m_2v_2$
$5 \times 20 = 15\ v_2$
$$v_2 = \frac{5 \times 20}{15} = 6.6\ m/s$$

(3) دفعت كرة كتلتها $200\ g$ على منضدة أفقية لتتحرك أفقيًا في اتجاه حائط رأسي وكانت سرعتها لحظة اصطدامها بالحائط $0.7\ m/s$ وسرعتها لحظة ارتدادها عنه $0.4\ m/s$, أوجد التغير في كمية تحرك الكرة نتيجة التصادم.

دا الحل

(قبل التصادم) $P_1 = mv_1 = 200 \times 10^{-3} \times 0.7 = 0.14\ kg.m/s$
(بعد التصادم) $P_2 = mv_2 = 200 \times 10^{-3} \times (-0.4) = -0.08\ kg.m/s$
$\Delta P = P_2 - P_1 = -0.08 - 0.14 = -0.22\ kg.m/s$

قانون نيوتن الثاني

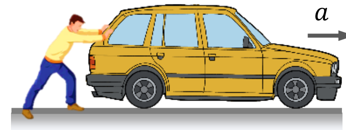
نص القانون

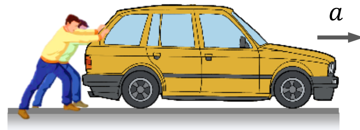
نص القانون القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوي المعدل الزمني للتغير في كمية تحرك هذا الجسم.

شرح القانون

(1) عندما تؤثر قوة على جسم فإن سرعته تتغير وتبعًا لذلك فإنه يكتسب عجلة.

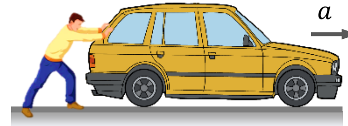
(2) إذا أثرت قوتان مختلفتان على كتلتين متساويتين فإن الكتلة التي تتأثر بقوة أكبر تتحرك بعجلة أكبر.





أي أن: **العجلة تتناسب طرديًا مع القوة عند ثبوت الكتلة.**

(3) إذا أثرت قوتان متساويتان على كتلتين مختلفتين فإن الكتلة الأكبر تتحرك بعجلة أقل.





أي أن: **العجلة تتناسب عكسيًا مع الكتلة عند ثبوت القوة.**

استنتاج الصيغة الرياضية للقانو ن

1) من قانون نيوتن الثاني:

$$\because F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta mv}{\Delta t} = \frac{mv_f - mv_i}{\Delta t} = m\frac{v_f - v_i}{\Delta t} = m\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

2) بما أن: من قانون العجلة

$$\because a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

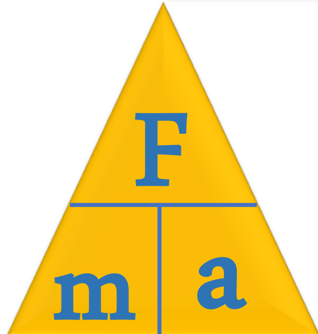
3) إذا: القوة = الكتلة X العجلة

$$\therefore F = ma \quad \text{أو} \quad a = \frac{F}{m}$$

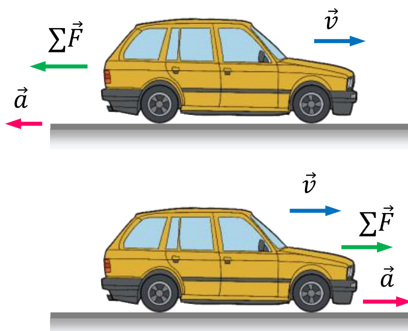
القوة

F

- **التعريف:** هي مؤثر خارجي يؤثر على الجسم فيسبب تغيير حالته أو اتجاهه.
- **القانون:** القوة = الكتلة × العجلة $(F = ma)$.
- **وحدة القياس:** النيوتن (N) وهو يعادل $kg.\,m/s^2$
- **صيغة الأبعاد:** MLT^{-2}
- **الاتجاه:** يكون دائماً اتجاه العجلة في نفس اتجاه القوة المحصلة
- **نوعها:** كمية متجهة, لأنها حاصل ضرب كمية قياسية × كمية متجهة.



$F = ma$

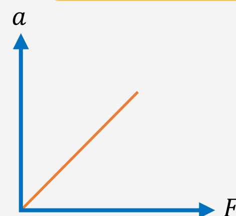


النيوتن: هو مقدار القوة التي إذا أثرت على جسم كتلته $1\ kg$ اكسبته عجلة مقدارها $1\ m/s^2$ في نفس الاتجاه .

العوامل التي تتوقف عليها العجلة (a)

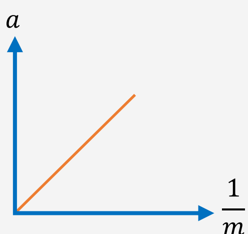
1) **كتلة الجسم :** تتناسب العجلة عكسياً مع كتلة الجسم عند ثبوت القوة المحصلة المؤثرة عليه .
2) **القوة المحصلة :** تتناسب العجلة طردياً مع القوة المحصلة المؤثرة عليه عند ثبوت كتلة الجسم .

العجلة – القوة



$slope = \frac{a}{F} = \frac{1}{m}$

العجلة – مقلوب الكتلة



$slope = ma = F$

ياكش تفلح

3 تطبيقات حياتية

تبعًا لقانون نيوتن الثاني $\mathbf{F} = \mathbf{m}\frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta \mathbf{t}}$ عند تصادم جسم متحرك بجسم آخر ساكن فإن قوة التصادم:

تـزداد بـزيـادة

كتلة الجسم المتحرك (m) عند ثبوت باقي العوامل

التغير في سرعة الجسم (Δv) عند ثبوت باقي العوامل

تقل بـزيـادة

زمن التأثير (زمن التغير في كمية التحرك Δt) عند ثبوت باقي العوامل.



علل

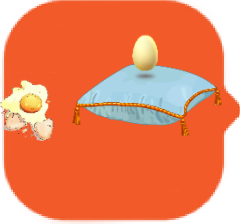
اصطدام شاحنة كبيرة بجسم يكون أكثر تدميرًا من اصطدام سيارة صغيرة تتحرك بنفس السرعة



علل

اصطدام سيارة بجسم يكون أقل تدميرًا من اصطدام سيارة لها نفس الكتلة ولكنها تتحرك بسرعة أكبر





علل

سقوط بيضة على وسادة لا يجعلها تنكسر بينما تنكسر عند سقوطها من نفس الارتفاع على الأرض



علل

استخدام الوسائد الهوائية في السيارات لحماية السائق عند حدوث تصادم

علل

اصطدام سيارة بحائط يكون أكثر تدميراً من اصطدامها بكومة من القش

خد بالك لو مأخدتش

- إذا نقصت كتلة الجسم إلى النصف وزادت العجلة إلى الضعف فإن القوة المحركة تظل كما هي .
- إذا نقصت كتلة الجسم إلى النصف وزادت القوة المحركة إلى الضِعف فإن عجلة الحركة تزداد إلى أربعة أمثالها.

أفكار المسائل

فكرة 1

(1) لإيجاد النسبة بين عجلتيّ الحركة لجسمين عند تساوي القوى المؤثرة عليهما:

القانون

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

1. قوة مقدارها $10\ N$ على مكعب خشبي فتكسبه عجلة معلومة, وعندما تؤثر القوة نفسها على مكعب آخر تكسبه عجلة أكبر بثلاثة أمثال, احسب النسبة بين كتلة المكعب الأولى إلى كتلة المكعب الثاني.

دا الحل

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{3a_1}{a_1} = \frac{3}{1}$$

فكرة 2

(2) إذا تحرك جسم تحت تأثير قوة ثابتة (F) بعجلة منتظمة (a) تنطبق على حركته معادلات الحركة الثلاثة.

أثرت قوة على جسم كتلته $3\ kg$, فتحرك من السكون حتى وصلت سرعته إلى $30\ m/s$, بعد أن قطع مسافة $10\ m$, احسب القوة المؤثرة.

$m = 3$

$v_i = 0$

$v_f = 30$

$d = 10$

$F = ?$

دا الحل

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

$$(30)^2 = 0 + (2a \times 10) = 20\ a$$

$$a = 900 \div 20 = 45\ m/s^2$$

$$F = ma = 3 \times 45 = 135\ N$$

فكرة

(3) عند وجود قوة احتكاك بين سطح وجسم يتحرك نتيجة تأثير قوة عليه فإن:

القانون

$$\left(F_{\text{محركة}} = F_{\text{مؤثرة}} - F_{\text{احتكاك}}\right)$$

أثرة قوة مقدارها $30\ N$ على جسم كتلته $2\ kg$، فتحرك بعجلة مقدارها $5\ m/s^2$، احسب قوى الاحتكاك بين الجسم والسطح.

$F = 30$	$a = 5$
$m = 2$	$F_{\text{احتكاك}} = ?$
$a = 5$	

دا الحل

$$F_{\text{محركة}} = ma = 2 \times 5 = 10\ N$$

$$F_{\text{احتكاك}} = F_{\text{مؤثرة}} - F_{\text{محركة}} = 30 - 10 = 20\ N$$

4 فكرة

(4) عند استخدام الفرامل وتوقف السيارة :

- كمية التحرك قبل استخدام الفرامل مباشرةً $(P_1 = mv_1)$
- كمية التحرك بعد استخدام الفرامل $(P_2 = 0)$
- التغير في كمية التحرك سيكون بإشارة سالبة $\Delta P = P_2 - P_1 = m\,(v_f - v_i)$

(لأن السرعة النهائية تساوي صفر) ويمكن استخدام هذه العلاقة في حساب سرعة السيارة (v_f) بعد زوال قوة الفرامل مباشرةً.

- القوة التي تؤثر بها الفرامل على السيارة $F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = ma$

5 فكرة

(5) عند إطلاق قذيفة من مدفع موضوع على سطح عديم الاحتكاك و ارتداد المدفع :

$$F_{\text{الفعل}} = F_{\text{ردة الفعل}}$$

$$m_{\text{القذيفة}}\, a_{\text{القذيفة}} = m_{\text{المدفع}}\, a_{\text{المدفع}}$$



الجدول التالي يوضح أوجه المقارنة بين الكتلة والوزن :

وجه المقارنة	الكتلة	الوزن
التعريف	مقدار ممانعة الجسم لأي تغيير في حالته الحركة الانتقالية	قوة جذب الأرض للجسم
النوع	كمية أساسية قياسية	كمية مشتقة متجهة, اتجاهها نحو مركز الأرض
القانون	$m = \frac{F}{a}$	$w = mg$
وحدة القياس	الكيلوجرام (Kg)	النيوتن (N)
صيغة الأبعاد	M	MLT^{-2}
التأثر بالمكان	ثابتة مهما تغير المكان	يتغير بتغير عجلة الجاذبية الأرضية من مكان لآخر



خد بالك يا وحش الفيزياء

- علل : الكتلة كمية قياسية (لأنها تعرف بالمقدار فقط) .
- علل : الوزن كمية متجهة (لأنه حاصل ضرب الكتلة وهي كمية قياسية في العجلة وهي كمية متجهة) .
- علل : وزن الجسم دائمًا أكبر من كتلته على سطح الأرض (لأن الوزن يساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في عجلة الجاذبية الأرضية.)
- علل : يفضل استيراد البضائع من الخارج بالكتلة وليس بالوزن (لأن الكتلة ثابتة لا تتغير بتغير المكان بينما الوزن يتغير بتغير المكان (بتغير عجلة الجاذبية الأرضية)) .
- علل : تحريك أو إيقاف طائرة أصعب من تحريك أو إيقاف درّاجة (لأن ممانعة كتلة الطائرة لأي تغير في حالتها أكبر من ممانعة كتلة الدرّاجة لأي تغير في حالتها) .
- علل : لا يمكن ملاحظة حركة الأرض نحو الأجسام التي تتحرك نحوها (لأن كتلة الأرض كبيرة جدًا لذلك تكون العجلة التي تكتسبها صغيرة جدًا) .
- قراءة ميزان زنبركي يقف عليه شخص بكلتة قدميه تساوي قراءة الميزان عند رفع الشخص أحد قدميه.



علل : تختلف قيمة عجلة الجاذبية من مكان لآخر علي سطح الأرض .

(1) الاقتراب أو الابتعاد عن مركز الأرض :

- كلما اقتربنا من مركز الأرض (هبطنا لأسفل باتجاه سطح الأرض) زادت قيمة عجلة الجاذبية الأرضية.
- كلما ابتعدنا عن مركز الأرض (ارتفعنا لأعلى فوق سطح الأرض) قلّت قيمة عجلة الجاذبية الأرضية.
- يوجد علاقة عكسية بين عجلة الجاذبية الأرضية والبُعد عن مركز الأرض.

(2) الانتقال من مكان لآخر على سطح الأرض :

- الكرة الأرضية غير تامة الاستدارة (مفلطحة عند القطبين/ منبعجة عند خط الاستواء).
- البُعد بين مركز الأرض وأي نقطة على سطح الأرض عند القطبين (الشمالي والجنوبي) أقل من البُعد بين مركز الأرض وأي نقطة على سطح الأرض عند خط الاستواء.
- عجلة الجاذبية الأرضية عند القطبين (الشمالي والجنوبي) أكبر من عجلة الجاذبية الأرضية عند خط الاستواء.
- وزن الجسم عند القطبين (الشمالي والجنوبي) أكبر من وزن الجسم عند خط الاستواء.



خد بالك يا وحش الفيزياء

1. علل : يتغير وزن الجسم من موضع لآخر على سطح لتغير عجلة الجاذبية الأرضية تغيرًا طفيفًا من مكان لآخر.
   (لأن وزن الجسم عند القطبين (الشمالي والجنوبي) أكبر من وزن الجسم عند خط الاستواء) .
2. علل : يختلف وزن رائد الفضاء على سطح القمر عنه على سطح الأرض
   (بسبب اختلاف عجلة الجاذبية على سطح القمر عنها على سطح الأرض) .
3. علل : وزن الجسم على قمة جبل أقل من وزنه على سطح الأرض
   (لأن عجلة الجاذبية الأرضية تقل بالارتفاع لأعلى) .
4. علل : لا يتأثر وزن الشخص داخل السيارة بالعجلة التي تتحرك بها السيارة
   (لأن (الوزن = كتلة الجسم × عجلة الجاذبية) وبالتالي يتوقف على كتلة وعجلة الجاذبية المؤثرة عليه وليس عجلة تحرك السيارة (عجلة تحرك الشخص)) .



جرب تحل كده

(1) احسب القوة التي تؤثر على شخص كتلته $80\ kg$ عندما يكون في سيارة تتحرك بعجلة $2\ m/s^2$
(علمًا بأن عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$)

دا الحل

$$w = mg = 80 \times 9.8 = 784\ N$$

(2) يقوم ونش المرور بسحب سيارة بقوة $3000\ N$ ليكسبها عجلة $3\ m/s^2$ فإذا كانت عجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$ فأوجد كتلة وزن السيارة.

دا الحل

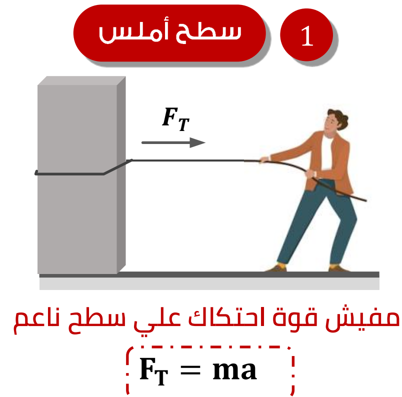
$m = F \div a = 3000 \div 3 = 1000\ Kg$
$w = mg = 1000 \times 9.8 = 9800\ N$

مسائل قوة الشد

1 قوة الشد في الحركة الأفقية

- إذا كان الجسم يتحرك على أسطح (لا يصنع زاوية) :

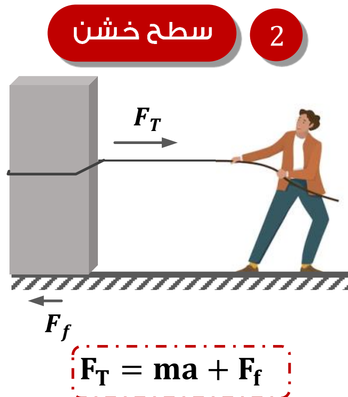
1 سطح أملس



مفيش قوة احتكاك علي سطح ناعم

$F_T = ma$

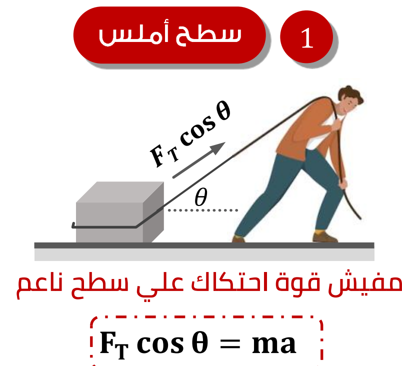
2 سطح خشن



$F_T = ma + F_f$

- إذا كانت قوة الشد تصنع زاوية مع الأفقي، عندما يتحرك الجسم على:

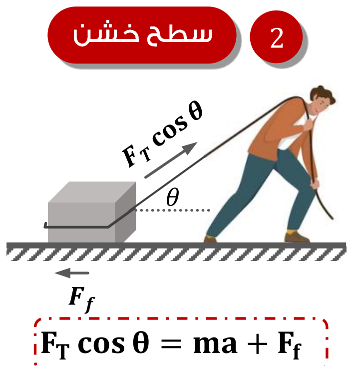
1 سطح أملس



مفيش قوة احتكاك علي سطح ناعم

$F_T \cos\theta = ma$

2 سطح خشن

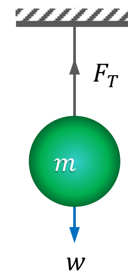


$F_T \cos\theta = ma + F_f$

ياكش تفلح

2 قوة الشد في الحركة الرأسية

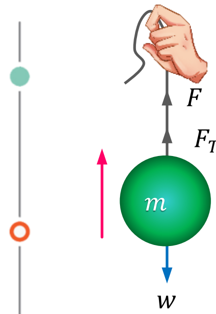
إذا كان الجسم المعلق ساكن



$F_T = w$
$F_T = mg$

قوة الشد = قوة وزن الجسم لأسفل

إذا كان الجسم متحرك لأعلى

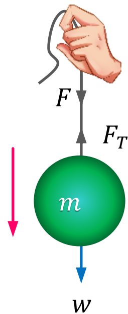


$F_T > w$
$F_T = w + F$
$F_T = mg + ma$

قوة الشد أكبر من قوة وزن الجسم لأسفل .

قوة الشد = وزن الجسم القوة المؤثرة عليه لأعلى

إذا كان الجسم متحرك لأسفل

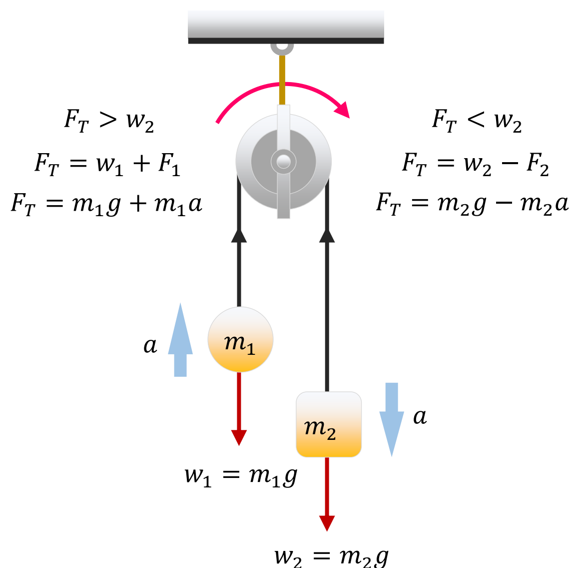


$F_T < w$
$F_T = w - F$
$F_T = mg - ma$

قوة الشد أكبر من قوة وزن الجسم لأسفل .

قوة الشد = وزن الجسم القوة المؤثرة عليه لأعلى

3 حركة جسم علي بكرة

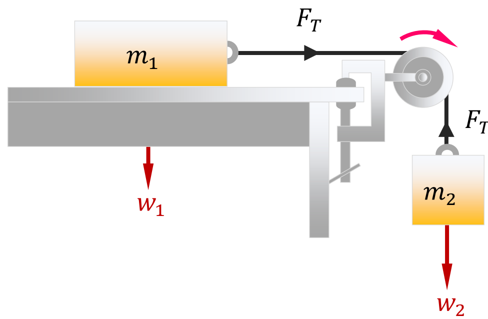


$F_T > w_2$
$F_T = w_1 + F_1$
$F_T = m_1 g + m_1 a$

$F_T < w_2$
$F_T = w_2 - F_2$
$F_T = m_2 g - m_2 a$

$$F_{T1} = F_{T2}$$
$$m_1 g + m_1 g = m_2 g - m_2 a$$
$$m_1 a + m_2 a = m_2 g - m_1 g$$
$$(m_1 + m_2)\, a = (m_2 - m_1)\, g$$
$$\frac{a}{g} = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}$$
$$a = \frac{(m_2 - m_1)\, g}{m_1 + m_2}$$
$$a = \frac{w_2 - w_1}{m_1 + m_2}$$
$$a_1 < a_2 < g$$
$$F_T = \left(\frac{2\, m_1\, m_2}{m_1 + m_2}\right) a$$

4 حركة جسم علي بكرة



- قوة الشد في الخيط في الجسم على المنضدة:

$$F_T = m_1 a$$

- قوة الشد في الخيط في الجسم المعلق في البكرة:

$$F_T = m_2 g - m_2 a$$

$$m_1 a = m_2 g - m_2 a$$

$$m_1 a + m_2 a = m_2 g$$

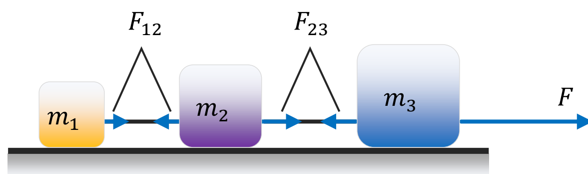
$$(m_1 + m_2)\, a = m_2 g$$

$$\frac{a}{g} = \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2} \quad \text{أو} \quad a = \frac{w_2}{m_1 + m_2}$$

5 فكرة الخيط

حركة عدة أجسام متصلة بخيوط على سطح أملس :



- بما أن الكتل تتحرك معًا يكون لها نفس عجلة التحرك

$$F = (m_1 + m_2 + m_3)\, a$$

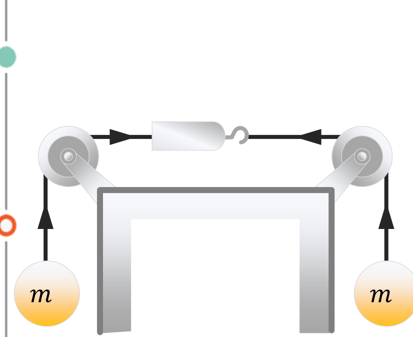
$$a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$F_{12} = m_1 a$$

$$F_{23} = (m_1 + m_2)\, a$$

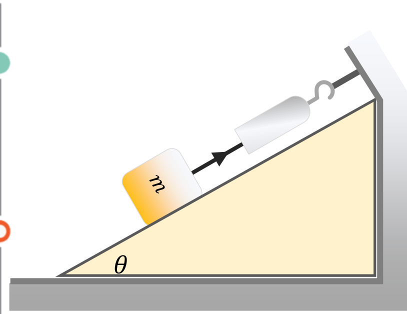
6 فكرة الميزان الزنبركي

بعض حالات الشد في الميزان الزنبركي:



قراءة الميزان = قوة الشد

$$F_T = mg$$



قراءة الميزان = قوة الشد

$$F_T = w \sin\theta$$
$$F_T = mg \sin\theta$$



قراءة الميزان = قوة الشد

$$F_T = 2w = 2\,mg$$
$$F_T = (m+m)\,g$$

7 فكرة المصعد

بعض حالات الشد في الميزان الزنبركي في المصعد:

- إذا كان المصعد :

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ساكن	يتحرك بسرعة ثابتة عجلة = صفر	يتحرك لأعلى بعجلة a	يتحرك لأسفل بعجلة a	يتحرك لأسفل بعجلة $g = a$
		يقرأ الميزان وزنًا أكبر	يقرأ الميزان وزنًا أقل	
$\sum F = 0$ $F_T = w$ $F_T = mg$	$\sum F = 0$ $F_T = w$ $F_T = mg$	$F_T = mg + ma$	$F_T = mg - ma$	$w = 0$ $F_T = 0$

الوحـــدة
الثالثة

خواص المادة

- **الفصل الرابع** : خواص الموائع المتحركة
- **الفصل الخامس** : خواص الموائع الساكنة



الفصـــــل
الرابع

خواص الموائع المتحـــــركة



خواص الموائع الساكنة

حالات المادة

يمكن أن تتواجد المادة في ثلاث حالات الصلبة والحالة السائلة والحالة الغازية والتي يمكن المقارنة بينها من خلال الجدول التالي:

المواد الصلبة	المواد السائلة	المواد الغازية
مثل الزجاج والخشب	مثل الماء والزيت	مثل الهواء
المسافات البينية بين جزيئاتها صغيرة جدًا	المسافات البينية بين جزيئاتها متوسطة	المسافات البينية بين جزيئاتها كبيرة نسبيًا
تتخذ شكلًا ثابتًا	لا تتخذ شكلًا ثابتًا بل تتخذ شكل الإناء الموضوعة فيه	
لا تسمى موائع	تُسمى موائع	

◈ **مما سبق يمكن استنتاج مفهوم الموائع كالتالي:**

(1) هي المواد التي تتميز بقدرتها على الانسياب.

(2) هي أي مادة قابلة للانسياب ولا تتخذ شكلًا ثابتًا بل تتخذ شكل الإناء الحاوي لها.

◈ **هناك نوعان من الموائع هما:**

(1) الموائع السائلة

- حركتها انسيابية وغير قابلة للانضغاط
- لها حجم معين

(2) الموائع الغازية

- قابلة للانضغاط بسهولة
- تشغل أي حيز توجد فيه وتتخذ شكله (ليس لها حجم معين)

◈ **بعض الخصائص الفيزيائية للموائع:**

(1) الكثافة. (2) الضغط.

الكثافة

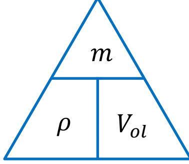
يوصف الذهب بأنه من الفلزات الثقيلة بينما يوصف الألومنيوم بأنه من الفلزات الخفيفة ويرجع هذا إلى أن الذهب أكبر كثافة من الألومنيوم، والكثافة خاصية أساسية لأي مادة.

◈ **التعريف:** هي كتلة وحدة الحجوم من المادة.

◈ **العلاقة الرياضية:** إذا كانت (m) كتلة مادة ما, (V_{ol}) حجم المادة فإن:

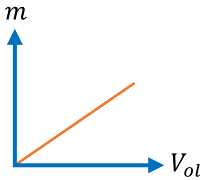
الكثافة = الكتلة / الحجم

$$\rho = \frac{m}{V_{ol}}$$



العلاقة البيانية

الشكل المقابل يمثل العلاقة بين كتلة حجم معين من مادة وقيمة هذا الحجم.



الميل = رأسي / أفقي = $\frac{m}{V_{ol}} = \rho$ (الكثافة المطلقة للمادة)

وحدة القياس

- في النظام الدولي تكون الكتلة مقدرة بالكيلوجرام, والحجم مقدرًا بالمتر المكعب لذا فإن الكثافة تقدر بوحدة كجم/م³ (kg/m^3).
- يمكن قياس الكثافة بوحدة: $(gm/litre), (gm/cm^3)$

العوامل التي تتوقف عليها

يرجع التغيّر في الكثافة من عنصر إلى آخر لاختلاف:

(1) الوزن الذري للعنصر أو الوزن الجزيئي للمركب (علاقة طردية).

(2) المسافات البينية بين الذرات أو الجزيئات (علاقة عكسية).

لاحظ

- لا تتغيّر كثافة المادة بتغيّر كتلة المادة أو حجمها فهي ثابتة للمادة الواحدة.
- تتغيّر كثافة المادة بتغيّر نوع المادة أو درجة الحرارة.
- تتغيّر كثافة المادة بتغيّر درجة الحرارة لأنه عند تغيّر درجة الحرارة تتغيّر المسافات البينية بين جزيئات المادة وبالتالي يتغيّر الحجم فتتغيّر كثافة المادة لثبوت الكتلة.

الكثافة النسبية لمادة (الوزن النوعي)

تعريفها:

(1) هي النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء في نفس درجة الحرارة.

(2) هي النسبة بين كتلة حجم معين من المادة إلى كتلة نفس الحجم من الماء في نفس درجة الحرارة.

قانونها:

$$\text{الكثافة النسبية} = \frac{\text{كثافة المادة في درجة حرارة معينة}}{\text{كثافة الماء في نفس درجة الحرارة}} = \frac{\rho_s}{\rho_w}$$

$$= \frac{\text{كتلة حجم معين من المادة في درجة حرارة معينة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء في نفس درجة الحرارة}} = \frac{m_s}{m_w}$$

$$= \frac{\text{وزن الجسم في الهواء في درجة حرارة معينة}}{\text{وزن حجم من الماء مساويًا لحجم الجسم في نفس درجة الحرارة}} = \frac{(F_g)_s}{(F_g)_w}$$

لاحظ

- الكثافة النسبية ليس لها وحدات قياس لأنها نسبة بين كميتين من نفس النوع (لهما نفس الوحدات).
- قد تتساوى كثافة المادة مع كثافتها النسبية يحدث ذلك عندما تكون وحدة قياس الكثافة g/cm^3.

إرشادات حلّ المسائل

(1) كثافة المادة = الكثافة النسبية لها × 1000

(2) لتحويل الكثافة من وحدة g/cm^3 إلى وحدة kg/m^3 اضرب في 1000.

- كثافة المادة (g/cm^3) = الكثافة النسبية × 1 (كثافة الماء بوحدة g/cm^3).
- كثافة المادة (kg/m^3) = الكثافة النسبية × 1000 (كثافة الماء بوحدة kg/m^3).

(3) وزن أي جسم مصمت (متجانس) يحسب من العلاقة: $F_g = mg$، أو من العلاقة $F_g = \rho V g$.

(4) كثافة مادة الجسم الأجوف (بداخله فراغ) تحسب من العلاقة: $\rho = \frac{m}{V - V_{space}}$

(5) وزن الجسم الأجوف يحسب من العلاقة: $F_g = mg$ أو من العلاقة: $F_g = \rho(V - V_{space})\, g$

(6) في حالة خلط أو مز مادتين مختلفين ولم يحدث تفاعل أو تداخل بين جزيئات المادتين فإن:

$$V_{\text{حجم المخلوط}} = V_{1\ \text{حجم المادة الأولى}} + V_{2\ \text{حجم المادة الثانية}}$$

$$M_{\text{كتلة المخلوط}} = m_{1\ \text{كتلة المادة الأولى}} + m_{2\ \text{كتلة المادة الثانية}}$$

وبالتالي فإنه:

(أ) عندما يراد حساب الكتلة نبدأ بالحجوم حتى يتم استخدام الكثافات المعطاة في المسألة كالتالي:

$$V = v_1 + v_2$$

$$\frac{M}{\rho} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}$$

(ب) عندما يراد حساب الححجوم نبدأ بالكتل حتى يتم استخدام الكثافات المعطاة في المسألة كالتالي:

$$M = m_1 + m_2$$
$$\rho V = \rho v_1 + \rho v_2$$

(7) في حالة خلط أو مزج مادتين مختلفتين وتغيّر حجمهما بعد الخلط نتيجة الذوبان فإن:

(أ) حجم المخلوط بعد الخلط أقل من مجموع حجمها قبل الخلط (والتغيّر في الحجم ΔV هو الفرق بينهما).

$$V < V_1 + V_2$$

(ب) نسبة الانكماش $\frac{\Delta V}{V_1+V_2} \times 100$

(ج) $M = m_1 + m_2$

(8) إذا لم يذكر لفظ الكثافة النسبية تعتبر الكثافة مطلقة.

(9) للتحويل من (اللتر) إلى (م³) نضرب في 10^{-3}

مسائل محلولة

(1) مكعب من الصلب كتلته $200\ g$ احسب حجم المكعب علمًا بأن الكثافة النسبية للصلب 8 وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$

الحل

الكثافة = الكثافة النسبية × كثافة الماء $\Longleftarrow$ $\rho_{\text{للصلب}} = 8 \times 1000 = 8000\ kg/m^3$

$$\rho = \frac{m}{V} \to V = \frac{m}{\rho} = \frac{200 \times 10^{-3}}{8000} = 0.25 \times 10^{-3}\ m^3$$

****

(2) وعاء معدني كتلته وهو فارغ $3\ kg$ وكتلته وهو ممتلئ بالماء $53\ kg$ وكتلته وهو ممتلئ بالجلسرين $66\ kg$ احسب الكثافة النسبية للجلسرين.

الحل

الكثافة النسبية للجلسرين = $\frac{\text{كتلة حجم معين من الجلسرين}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}}$

الكثافة النسبية للجلسرين $\frac{66-3}{53-3} = \frac{63}{50} = 1.26$

****

(3) إذا كان الوزن النوعي للجازولين 0.68 فكم تكون كتلة اللتر منه؟ وكم يكون وزنه؟ علمًا بأن عجلة السقوط الحر (عجلة الجاذبية) $9.8\ m/s^2$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$

الحل

$$\rho_{\text{للجازولين}} = 0.68 \times 1000 = 680\ kg/m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \to m = \rho\, V = 680 \times 10^{-3} = 0.68\ kg$$

$$F_g = mg = 0.68 \times 9.8 = 6.664\ N$$

(4) كرة مجوفة وزنها 2 نيوتن وحجمها $2 \times 10^{-4}\ m^3$ مصنوعة من معدن كثافة مادته $2707\ kg/m^3$، احسب حجم الفراغ بها علمًا بأن عجلة الجاذبية $10 \times 8\ m/s^2$

الحل

$$F_g = \rho(V - V_{space})g$$
$$2 = 2707\ (2 \times 10^{-4} - V_{space}) \times 10$$
$$\frac{2}{2707 \times 10} = 2 \times 10^{-4} - V_{space}$$
$$V_{space} = 2 \times 10^{-4} - \frac{2}{2707 \times 10} = 0.000126\ m^3$$

****

(5) قطعة من الذهب والكوارتز كتلتها 0.5 وكثافتها النسبية 6.4 فإذا كانت الكثافة النسبية للذهب والكوارتز 2.6, 19.3 على الترتيب فاحسب كتلة الذهب في هذه القطعة علمًا بأن كثافة الماء $10^3\ kg/m^3$.

الحل

$$\frac{M}{\rho} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}$$
$$\frac{0.5}{6.4 \times 10^3} = \frac{m_1}{19.3 \times 10^3} + \frac{M - m_1}{2.6 \times 10^3}$$

بضرب طرفي المعادلة في 10^3 فإن:

$$\frac{0.5}{6.4} = \frac{m_1}{19.3} + \frac{0.5 - m_1}{2.6} = \frac{2.6\ m_1}{50.18} + \frac{19.3\ (0.5 - m_1)}{50.18}$$
$$= \frac{2.6\ m_1 + 19.3 \times 0.5 - 19.3\ m_1}{50.18} = \frac{9.65 - 16.7\ m_1}{50.18}$$
$$6.4(9.65 - 16.7\ m_1) = 0.5 \times 50.18$$
$$61.76 - 106.88\ m_1 = 25.09$$
$$106.88\ m_1 = 61.76 - 25.09 = 36.67$$
$$m_1 = 36.67 \div 106.88 = 0.343\ kg$$

****

(6) دورق سعته لتر واحد ملئ بسائلين الكثافة النسبية لهما معًا هي 1.4 فإذا كانت الكثافة النسبية للسائل الأول 0.8 وللسائل الثاني 1.8 فما حجم السائل الأول في هذا المخلوط علمًا بأن السائلين لا يمتزجان (أي لا يتفاعلان) عند الخلط وكثافة الماء $10^3\ kg/m^3$.

الحل

$$\rho V = \rho v_1 + \rho v_2$$
$$1.4 \times 10^3 \times 10^{-3} = 0.8 \times 10^3 \times v_1 + 1.8 \times 10^3 \times (10^{-3} - v_1)$$

بالقسمة على 10^3 فإن:

$$1.4 \times 10^{-3} = 0.8\ v_1 + 1.8\ (10^{-3} - v_1)$$
$$= 0.8\ v_1 + 1.8 \times 10^{-3} - 1.8\ v_1$$
$$= 1.8 \times 10^{-3} - v_1$$
$$v_1 = 1.8 \times 10^{-3} - 1.4 \times 10^{-3} = 0.4 \times 10^{-3}\ m^3$$

تطبيقات على الكثافة

(1) قياس كثاف المحلول الإلكتروليتي في بطارية السيارة.

(2) في العلوم الطبية لقياس:

- كثافة الدم.
- كثافة البول.

التطبيق	التفسير
قياس كثافة المحلول الإلكتروليتي في بطارية السيارة	▪ يمكن بقياس الكثافة الاستدلال على مدى شحن البطارية حيث: ▪ عند تفريغ الشحنة الكهربية من بطارية السيارة تقل كثافة المحلول الإلكتروليتي (حمض الكبريتيك المخفف) نتيجة استهلاكه في تفاعله مع ألواح الرصاص وتكوين كبريتات الرصاص. ▪ عند إعادة شحن البطارية تحرر أيونات الكبريتات من ألواح الرصاص وتعود للمحلول مرة أخرى فتزداد كثافة المحلول الإلكتروليتي وتعود لقيمتها الأصلية.
قياس كثافة الدم	▪ كثافة الدم في الحالة الطبيعية تتراوح بين $1040\ kg/m^3$ إلى $1060\ kg/m^3$ ▪ إذا زادت كثافة الدم عن $1060\ kg/m^3$ دل على زيادة تركيز كرات الدم الحمراء ويشير ذلك إلى مرض النقرص ▪ إذا قلّت كثافة الدم عن $1040\ kg/m^3$ دل على نقص تركيز كرات الدم الحمراء ويشير ذلك إلى مرض فقر الدم (الأنيميا).
قياس كثافة البول	▪ الكثافة المعتادة للبول هي $1020\ kg/m^3$ ▪ إذا زادت كثافة البول دل ذلك على زيادة نسبة الأملاح في البول نتيجة لبعض الأمراض ▪ إذا قلّت كثافة البول دل ذلك على نق نسبة الأملاح في البول نتيجة لبعض الأمراض.

أولًا: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. من وحدات قياس الكثافة ....

ⓐ $N.m^{-3}$ ⓑ $g.mm^{-1}$ ⓒ $kg.cm^{-2}$ ⓓ $g.cm^{-3}$

2. إذا اعتبرنا أن الحيّز الذي تشغله ذرة واحدة من الذهب هو مكعب طول ضلعه $2.6 \times 10^{-8}\ cm$, فما كتلة ذرة الذهب إذا علمت أن كثافة الذهب $19300\ kg/m^3$؟

ⓐ $3.4 \times 10^{-28}\ kg$ ⓑ $3.4 \times 10^{-25}\ kg$ ⓒ $1.3 \times 10^{-20}\ kg$ ⓓ $1.3 \times 10^{-17}\ kg$

3. نســبة كثافة المحلول الإلكتروليتي في بطارية الســيارة بعد تفريغ الشــحنة الكهربية من البطارية إلى كثافته بعد إعادة شحن البطارية ....

ⓐ أكبر من 1 ⓑ تساوي 1 ⓒ أقل من 1 ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

4. شريحة معدنية مربعة الشكل كثافة مادتها $7000\ kg/m^3$ تم قطع ربع الشريحة كما هو موضح بالشكل, فتكون نسبة كثافة مادة الجزء المقطوع من الشريحة إلى كثافة مادة الشريحة كلها هي ....

قص

ⓐ $\frac{1}{4}$ ⓑ $\frac{4}{1}$ ⓒ $\frac{1}{3}$ ⓓ $\frac{1}{1}$

5. الرسم البياني الذي يمثل العلاقة بين كتلة قطع مصمتة الحديد وكثافة الحديد عند ثبوت درجة الحرارة هو

ρ — m ⓐ ⓑ ⓒ ⓓ

6. كرتان معدنيتان الأولى نصف قطرها r وكثافة مادتها ρ والثانية نصف قطرها $2\ r$ وكثافة مادتها $2\ \rho$ فإن النسبة بين كتلة الكرتين هي ....

ⓐ $\frac{1}{4}$ ⓑ $\frac{1}{2}$ ⓒ $\frac{1}{8}$ ⓓ $\frac{1}{16}$

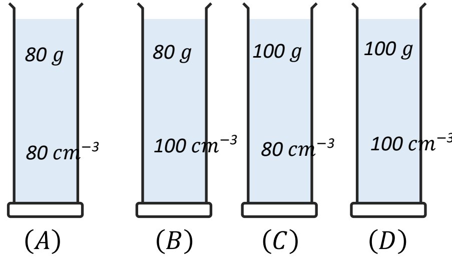
7. الجدول التالي يوضح كثافة بعض المواد المختلفة عند نفس درجة الحرارة:

المادة	زئبق	نحاس	حديد	ماء	كيروسين
الكثافة (g/cm^3)	13.6	8.9	7.9	1	0.87

أي من العبارات التالية صحيح؟

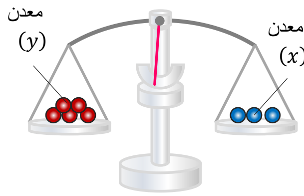
ⓐ حجم $1\ g$ من الزئبق أكبر من حجم $1\ g$ من النحاس
ⓑ حجم $1\ g$ من الحديد أقل من $1\ g$ من النحاس
ⓒ كتلة $1\ cm^3$ من الزئبق أكبر من كتلة $1\ cm^3$ من أي مادة أخرى في الجدول
ⓓ كتلة $1\ cm^3$ من الماء أقل من كتلة $1\ cm^3$ من أي مادة أخرى في الجدول

8. الشكل المقابل يوضح أربعة مخابير بكل منها سائل ومسجل على كل إناء كتلة وحجم هذا السائل, فإذا كانت جميع المخابير موجودة في غرفة درجة حرارتها 25°C, فإن المخبارين اللذين يحتويان على نفس السائل هما ......



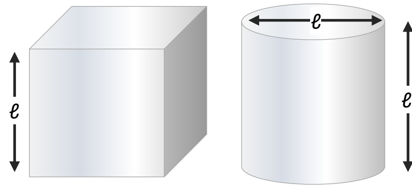
ⓐ A, D ⓑ B, C
ⓒ A, C ⓓ D, B

9. في الشكل المقابل عند تساوي كتلة مجموعتين من الكرمات إحداهما مصنوعة من معدن x والأخرى مصنوعة من معدن y, فإذا كانت جميع الكرات مصمتة ولها نفس الحجم وعددها كما هو موضح بالشكل, فإن النسبة بين كثافة المعدنين هي .....



ⓐ $\frac{3}{5}$ ⓑ $\frac{5}{3}$
ⓒ $\frac{1}{1}$ ⓓ $\frac{8}{3}$

10. الشكل المقابل يوضح أسطوانة ومكعب من الحديد كلاهما مصمت, فتكون نسبة كتلة المكعب إلى كتلة الأسطوانة .....



ⓐ $\frac{1}{\pi}$ ⓑ $\frac{2}{\pi}$
ⓒ $\frac{4}{\pi}$ ⓓ $\frac{1}{1}$

11. سبيكة معدنية كتلتها $750\ g$ إذا كان 60% من كتلتها من الماغنسيوم الذي كثافته $1.7\ g/cm^3$ والباقي من النحاس الذي كثافته $9\ g/cm^3$, فإن كثافة مادة السبيكة تساوي .... g/cm^3

ⓐ 2.5 ⓑ 4.6 ⓒ 5.4 ⓓ 10.7

12. مخبار مدرج يحتوي على $40\ cm^3$ من الجليسرين الذي كثافته $1.3\ g/cm^3$ أضيف إليه كمية من ماء كثافته $1\ g/cm^3$ فكانت كثافة الخليط $1.1\ g/cm^3$, علمًا بأن عملية الخلط لا تحدث تغير في الحجم الكلي للسائلين فإن حجم الماء المضاف يساوي .... cm^3

ⓐ 40 ⓑ 44 ⓒ 52 ⓓ 80

13. القيمة العددية للكثافة بوحدة kg/m^3 .... القيمة العددية للكثافة لنفس المادة بوحدة g/lit

(a) أقل من (b) أكبر من (c) تساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة

14. كثافة الخليط .... مجموع كثافة المواد عدديًا.

(a) أقل من (b) أكبر من (c) تساوي (d) لا توجد إجابة صحيحة

15. الجدول التالي يوضح كثافة بعض السوائل المختلفة, بفرض عدم امتزاجهم بعضهم البعض:

المادة	الزئبق	الماء	الكحول	البنزين	الدم
الكثافة (kg/m^3)	13600	1000	790	900	1040

عند وضع المواد جميعها في إناء واحد فإن ترتيبهم من أسفل إلى أعلى ....

(a) الزئبق/ الماء/ الدم/ الكحول/ البنزين (b) الزئبق/ الدم/ الماء/ البنزين/ الكحول
(c) الزئبق/ الماء/ الكحول/ البنزين/ الدم (d) الزئبق/ البنزين/ الدم/ الماء/ الكحول

أي العبارات الآتية صحيحة؟

(a) حجم 1 كجم من الزئبق أكبر من حجم 1 كجم من الماء
(b) حجم 1 كجم من البنزين أكبر من حجم 1 كجم من الكحول
(c) حجم 1 كجم من الزئبق أقل من حجم 1 كجم من البنزين
(d) حجم 1 كجم من الدم أقل من حجم 1 كجم من الزئبق

16. إذا وضعنا شفيرة حلاقة كثافتها $7830\ kg/m^3$ في الكأس فإنها تستقر في السطح الفاصل بين السائلين ...., ...

(a) الزئبق والدم (b) الدم والكحول (c) الماء والبنزين (d) الكحول والماء

17. تتساوى كتلة الجسم عدديًا مع كثافة مادته إذا كان ....

(a) كثافته $1\ kg/m^3$ (b) كتلته $1\ kg$ (c) حجمه $1\ m^3$ (d) جميع ما سبق

18. إذا زادت كثافة البول دل ذلك على .... إفراز الأملاح.

(a) زيادة (b) نقص (c) اتزان (d) توقف

19. الاستدلال على مدى شحن البطارية في السيارة من تطبيقات ....

(a) الضغط (b) اللزوجة (c) الكثافة (d) الحرارة

20. عندما تفرغ الشحنة الكهربية من بطارية السيارة فإن كثافة المحلول الإلكتروليتي بها ......

(a) تقل (b) تزداد (c) تظل ثابتة (d) لا توجد إجابة صحيحة

21. تتعين الكثافة النسبية من العلاقة ....

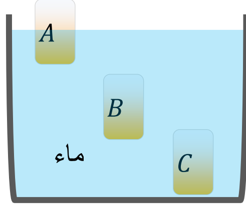
ⓐ كتلة حجم معين من المادة ÷ كتلة نفس الحجم من الماء في نفس درجة الحرارة
ⓑ كثافة المادة × كثافة الماء في نفس درجة الحرارة
ⓒ كتلة حجم معين من المادة × كتلة نفس الحجم من الماء
ⓓ كتلة المادة ÷ حجم المادة

22. كثافة الزيت عند درجة حرارة 30°C .... كثافة الزيت عند درجة حرارة 20°C.

ⓐ أقل ⓑ أكبر ⓒ تساوي ⓓ لا توجد علاقة بينهم

23. تتساوى الكثافة النسبية مع كثافة المادة عدديًا عندما تقاس الكثافة بوحدة ....

ⓐ kg/m^3 ⓑ $\frac{g}{cm^3}$ ⓒ g/Lit ⓓ kg/cm^3



24. في الشكل المقابل ثلاث أجسام صلبة (A, B, C) في حوض به ماء:

(1) أي الأجسام أقل كثافة من كثافة الماء ....

ⓐ A ⓑ B
ⓒ C ⓓ جميعهم متساوية

(2) الكثافة النسبية للجسم (A) تقريبًا .... الواحد الصحيح.

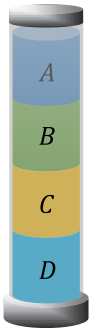
ⓐ أقل من ⓑ أكبر من
ⓒ تساوي ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

(3) الكثافة النسبية للجسم (B) تقريبًا .... الواحد الصحيح.

ⓐ أقل من ⓑ أكبر من ⓒ تساوي ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

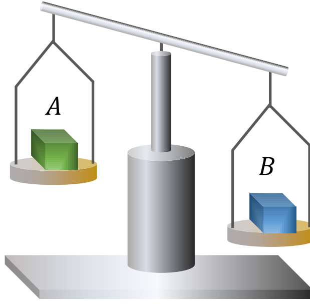
(4) الكثافة النسبية للجسم (C) تقريبًا .... الواحد الصحيح.

ⓐ أقل من ⓑ أكبر من ⓒ تساوي ⓓ لا توجد إجابة صحيحة



25. تم وضع 4 سوائل مختلفة في مخبار مدرج كما بالشكل المقابل فإذا كانت أحجامهم متساوية فأيًا منهم تكون كتلته هي الأكبر ....

ⓐ A ⓑ B
ⓒ C ⓓ D

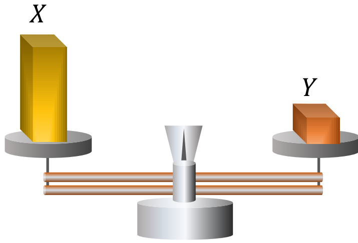


26. وضع جسمان A, B متساويين في الحجم على ميزان ذو كفتين كما هو موضح بالشكل المقابل, نستنتج أن ....

ⓐ الجسمين لهما نفس الكثافة
ⓑ الجسمين لهما نفس المادة
ⓒ كثافة الجسم A أكبر من كثافة الجسم B
ⓓ كثافة الجسم B أكبر من كثافة الجسم A

27. يغوص الحجر في الماء لأن كثافته .... كثافة الماء.

ⓐ أقل من ⓑ أكبر من ⓒ تساوي ⓓ لا توجد إجابة صحيحة



28. وضع جسمين X, Y على كفتي ميزان بسيط كما بالشكل المقابل وبالتالي الجسمين لهما نفس ....

ⓐ الكتلة والحجم ⓑ الكتلة والكثافة
ⓒ الحجم والكثافة ⓓ الكتلة ومن مداتين مختلفتين

29. المريض الذي كثافة بوله .... يحتمل إصابته بزيادة نسبة الأملاح.

ⓐ 1000 ⓑ 1010 ⓒ 1020 ⓓ 1040

30. عندما يكون المريض كثافة الدم عنده $1000\ kg/m^3$ تقريبًا فيحتمل إصابته بمرض ....

ⓐ الأنيميا ⓑ النقرس ⓒ الروماتزم ⓓ الانفلونزا

31. الاستدلال على مدى شحن البطارية في السيارة من تطبيقات ....

ⓐ الضغط ⓑ اللزوجة ⓒ الكثافة

32. عندما تفرغ الشحنة الكهربية من بطارية السيارة فإن كثافة المحلول الإلكتروليتي بها ....

ⓐ تقل ⓑ تزداد ⓒ تظل ثابتة

33. إذا زادت كثافة البول دل ذلك على .... في إفراز الأملاح.

ⓐ زيادة ⓑ نقص ⓒ اتزان

34. دائمًا القيمة العددية للكثافة المطلقة لمادة بوحدة g/cm^3 كثافتها النسبية.

ⓐ أكبر من ⓑ أصغر من ⓒ تساوي

35. متوازي مستطيلات من الشمع كثافته $1800\ kg/m^3$, أعيد تشكيله بحيث زاد طوله للضِعف فإن كثافته تصبح kg/m^3 ....

ⓐ 900 ⓑ 1800 ⓒ 2700 ⓓ 3600

36. عندما تزداد كتلة سائل في نفس درجة الحرارة فإن كثافته ....

ⓐ تزداد ⓑ تقل ⓒ لا تتغير

37. كثافة الماء تتوقف على ....

ⓐ درجة الحرارة فقط ⓑ كتلة الماء فقط ⓒ حجم الماء فقط ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

38. كثافة قطرة الماء .... كثافة برميل ممتلئ بالماء.

ⓐ أكبر من ⓑ أصغر من ⓒ تساوي

39. يختلف حجم المائع عن الآخر لنفس الكتلة وذلك لاختلاف ....

ⓐ العدد الذري ⓑ المسافات البينية ⓒ لسبب آخر

40. أثناء تفريغ البطارية .... تكوين كبريتات الرصاص.

ⓐ يزداد ⓑ يقل ⓒ لا يتغير

41. يتساوى كيلو جرام من القطن مع كيلوجرام من الحديد في ....

ⓐ الكتلة ⓑ الحجم ⓒ الكثافة ⓓ ⓐ, ⓓ معًا

42. يتساوى مكعب من الخشب طول ضلعه $2\ cm$ مع مكعب آخر من الخشب طول ضلعه $3\ cm$ في ....

ⓐ الكتلة ⓑ الحجم ⓒ الكثافة ⓓ ⓐ, ⓓ معًا

43. قد يتساوى مكعب من الخشب طول ضلعه $3\ cm$ مع آخر من الحديد طول ضلعه $2\ cm$ في .....

ⓐ الكتلة ⓑ الحجم ⓒ الكثافة ⓓ ⓐ, ⓓ معًا

44. أي العبارات التالية صحيحة .....

ⓐ جم/سم^3 = 1000 كجم/م^3

ⓑ 1 كجم/م^3 = 1000 جم/سم^3

ⓒ لا يوجد علاقة بين كجم/ م^3 و جم/سم^3

45. النسبة بين وزن مادة إلى وزن نفس الحجم من الماء يُسمى ....

ⓐ كثافة المادة ⓑ الكثافة النسبية للمادة ⓒ الضغط

46. النسبة بين حجم مكعب من الحديد إلى حجم مكعب من الخشب لهما نفس الكتلة .... الواحد الصحيح.

ⓐ أقل من ⓑ أكبر من ⓒ تساوي ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

47. إذا خلطت كمية من الزيت حجمها v في إناء مع كمية من الزيت حجمها $2\ v$ في نفس درجة الحرارة فإن كثافة الزيت ....

ⓐ تقل للنصف ⓑ تزداد للضعف ⓒ ثابته ⓓ تقل للربع

48. تختلف كثافة الغاز باختلاف ....

ⓐ درجة الحرارة/ الكتلة/ نوع الغاز ⓑ درجة الحرارة/ الحجم/ الكتلة
ⓒ الكتلة/ الحجم ⓓ نوع الغاز/ الحجم/ درجة الحرارة

49. ماذا يحدث لكثافة مادة زاد حجمها للضعف مع ثبات كتلتها ودرجة حرارتها ....

ⓐ تظل كما هي ⓑ تقل للربع ⓒ تزداد للضعف ⓓ تقل للنصف

50. كثافة مادة صلبة تساوي $1200\ kg/m^3$ فعند انخفاض درجة حرارته تصبح ......

ⓐ $1.1\ g/cm^3$ ⓑ $1200\ kg/m^3$ ⓒ $1300\ kg/m^3$ ⓓ $1100\ kg/m^3$

51. إذا كانت كثافة الكربون $C^{12} = 2200\ g/cm^3$ فإن كثافة الكربون المشع C^{13} = ...

(حيث $13 - 12$ الوزن الذري لذرات الكربون)

ⓐ $1000\ g/cm^3$ ⓑ $2.2\ kg/m^3$ ⓒ $2.5\ kg/m^3$ ⓓ $1.8\ kg/m^3$

52. عند خلط سائلين كثافة الأول ضِعف كثافة الثاني فإن النسبة بين كثافة الثاني إلى كثافة الخليط ......

ⓐ يساوي واحد ⓑ أكبر من الواحد ⓒ أقل من الواحد ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

53. إذا خلطنا سائلان حجم الأول $2\ v$ وحجم الثاني $4\ v$ فأصبح الحجم الكلي $4.5\ v$ فإن نسبة الانكماش = ...

ⓐ 10% ⓑ 25% ⓒ 24.8% ⓓ 25.2%

54. لديك مكعبان من الحديد والنحاس متساويان في الحجم, الكتل الذرية لهما 59, 56 على الترتيب, تفسيرك لاختلاف كثافتهما علمًا بأن الحديد ذو الكثافة الأكبر بسبب اختلاف ....

ⓐ الوزن الذري ⓑ المسافات البينية
ⓒ اختلاف طول ضلع المكعب ⓓ اختلاف درجة الحرارة

55. اختلاف الكثافة من عنصر إلى آخر بسبب اختلاف .....

ⓐ الكتلة والحجم ⓑ المسافات البينية
ⓒ الوزن الذري ومسافات بينية ⓓ درجة الحرارة والمسافات البينية

56. عند انصهار قطعة من الجليد فإن النسبة بين كتلتها قبل الانصهار إلى كتلتها بعد الانصهار .... الواحد وكثافتها بعد الانصهار إلى كثافتها قبل الانصهار .... الواحد.

ⓐ تساوي – أكبر ⓑ تساوي – أقل ⓒ أكبر – أقل ⓓ أقل – أكبر

57. الكثافة هي نصف كتلة حجم مقداره m^3 ....

ⓐ 1 ⓑ 2 ⓒ 0.5 ⓓ 4

58. ماذا يحدث لكثافة غاز عند انتقاله من إناء ذو حجم كبير إلى إناء حجمه صغير مع ثبات درجة الحرارة ....

ⓐ لا تتغيّر ⓑ تقل ⓒ تزداد ⓓ يزداد كتلته

59. إذا كان أحد المرضى يشتكي من ألم في قدمه نتيجة كثرة تناوله اللحوم وعند تعيين كثافة دمه تكون g/cm^3 ....

ⓐ 1.08 ⓑ 1.02 ⓒ 1.05 ⓓ 1.06

60. إذا كانت الكثافة النسبية للماء 1 فعند انخفاض درجة الحرارة تكون الكثافة النسبية له ....

ⓐ 1.2 ⓑ 1 ⓒ 0.8 ⓓ 2

61. عند انخفاض درجة الحرارة ....

ⓐ تتغيّر الكثافة النسبية ⓑ تتغيّر الكثافة
ⓒ تتغيّر المسافات البينية ⓓ ⓑ, ⓒ معًا

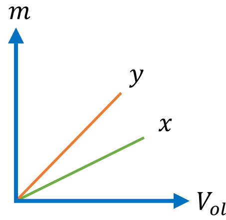
62. عند انصهار الحديد ....

ⓐ تزداد الكتلة ⓑ يزداد الحجم
ⓒ تقل المسافات البينية ⓓ كثافته ثابتة

63. إذا كانت كثافة محلول إلكتروليتي 1.7 وقلّت نسبة أيونات الكبريتات للنصف فإن الكثافة تصبح ......

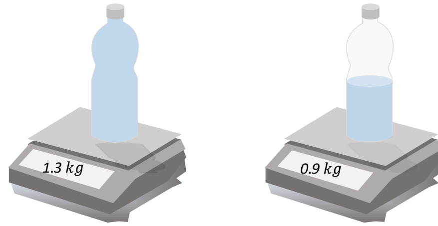
ⓐ 1.8 ⓑ 1.9 ⓒ 1.2 ⓓ 1.85

64. الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين الكتلة والحجم لسائلين مختلفين (x, y) لا يمتزجان ببعضهما, فإذا وضع السائلان في إناء واحد, فأي العبارات الآتية صحيح؟



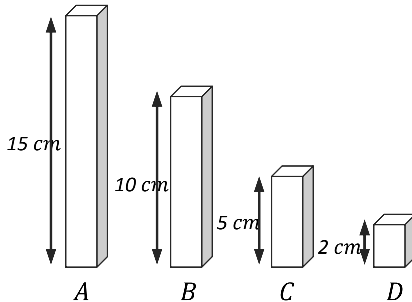
ⓐ السائل y يطفو فوق السائل x
ⓑ السائل x يطفو فوق السائل y
ⓒ السائل x أكبر كثافة من السائل y
ⓓ الوزن النوعي للسائل x أكبر من الوزن النوعي للسائل y

65. كتلة زجاجة كاملة من زيت الطهي هي $1.3\ kg$ عند استخدام نصف الزيت بالضبط تكون كتلة الزجاج بالإضافة إلى الزيت المتبقي $0.9\ kg$ ما هي كتلة الزجاجة الفارغة؟

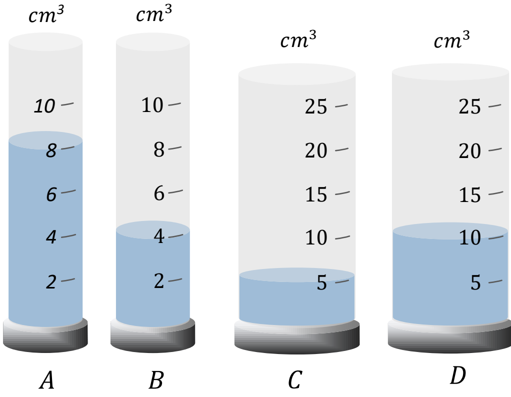


ⓐ $0.4\ kg$
ⓑ $0.5\ kg$
ⓒ $0.65\ kg$
ⓓ $0.8\ kg$

66. يوضح الرسم البياني أربع كتل كل منها مصنوع من زجاج بكثافة $2.6\ g/cm^3$ تبلغ مساحة قاعدة كل كتلة $1\ cm^2$, أي شكل يكون كتلته $13\ g$؟



ⓐ A
ⓑ B
ⓒ C
ⓓ D



.67 تم وضع نفس الكتلة من أربعة سوائل مختلفة في بعض أسطوانات القياس, ما هي أسطوانة القياس التي تحتوي على السائل الأكبر كثافة؟

ⓐ A

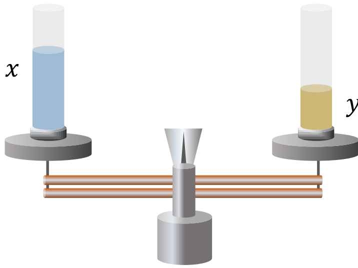
ⓑ B

ⓒ C

ⓓ D

.68 إناء كتلته فاغ m وكتلته وهو مملوء بالماء $204\ g$ وكتلته وهو مملوء بالجلسرين $230\ g$ والكثافة النسبية للجلسرين 1.26 فإن m بالجرام تساوي ......

ⓐ 34 ⓑ 100 ⓒ 96 ⓓ 104



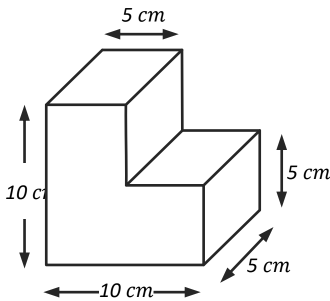
.69 وضع $200\ cm^3$ من السائل x و $100\ cm^3$ من السائل y في مخبارين مدرجين متماثلين, ووضع المخبارين على ميزان بسيط كما بالشكل المقابل, كثافة السائل x = ...

ⓐ نصف كثافة السائل y

ⓑ كثافة السائل y

ⓒ ضِعف كثافة السائل y

ⓓ أربعة أضعاف كثافة السائل y



.70 الخزان الموضح بالشكل المقابل تم ملئه تمامًا بالماء النقي, ما كتلة الماء بالخزان؟

علمًا بأن كثافة الماء $1\ g/mc^3$

ⓐ $500\ g$

ⓑ $475\ g$

ⓒ $375\ g$

ⓓ $125\ g$

.71 إناء مملوء تمامًا بالماء وكانت كتلة الإناء وما به من ماء $220\ g$ وعندما غمر به جسم معدني مصمت أصبحت الكتلة الكلية للإناء وما به من ماء والجسم المعدني $0.3\ kg$ فإذا كانت كتلة الجسم $90\ g$ فإن الكثافة النسبية للجسم المعدني ....

ⓐ 3 ⓑ 4 ⓒ 9 ⓓ 11

ثانيًا: الأسئلة المقالية

1. كأس إزاحة كتلته وهو مملوء بالماء $750\ g$ وضع بداخله قطعة من النحاس كتلتها $531.25\ g$ فأزاحت كمية من الماء كتلتها $62.5\ g$, احسب كثافة النحاس. (علمًا بأن $\rho_{(\text{ماء})} = 1000\ kg/m^3$).

$(8500\ kg/m^3)$

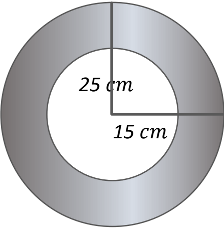
....

....

....

....

2. كم جرام من الحديد يلزم لعمل كرة مجوّفة نصف قطرها الداخلي $15\ cm$, ونصف قطرها الخارجي $25\ cm$ كما بالشكل؟ (علمًا بأن $\rho_{(\text{حديد})} = 7.8\ g/cm^3$).



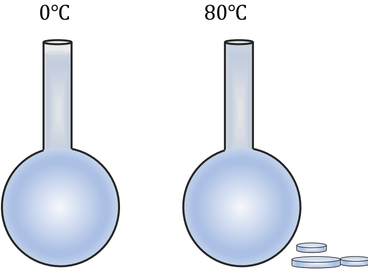
$(400.4 \times 10^3\ g)$

....

....

....

3. قارورة سعتها $60\ mL$ مملوءة تمامًا بالزئبق عند درجة حرارة $0°C$ وعند رفع درجة حرارتها إلى $80°C$ انسكب حوالي $1.47\ g$ من الزئبق خارج القارورة كما في الشكل الموضح, احسب كثافة الزئبق عند درجة حرارة $80°C$ إذا علمت أن كثافة الزئبق عند $0°C$ هي $13595\ kg/m^3$ بفرض ثبوت حجم القارورة.



$(13570.5\ kg/m^3)$

....

....

....

4. كمية من الماء حجمها $1\ m^3$ وكثافتها $10^3\ kg/m^3$ عند $4°C$ تم تبريدها حتى تحولت إلى ثلج كثافته $917\ kg/m^3$ عند $0°C$, احسب مقدار التمدد الحادث في حجم الماء عند تحوله إلى ثلج.

$(0.09\ m^3)$

....

....

5. خزان سعته 200 لترًا كتلته فارغًا 20 كجم, كم تكون كتلته إذا ملئ ببنزين كثافته النسبية 0.27

$(74\ kg)$

....

....

....

6. إذا كانت الكثافة النسبية للحديد الزهر هي 7.2 فاحسب كثافته واحسب كتلة حجم منه قدره $100\ cm^3$ علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$

$(7200\ kg/m^3, 0.72\ kg)$

....

....

....

....

7. إناء كتلته وهو فارغ $10\ kg$ وكتلته وهو مملوء بالماء $60\ kg$ وكتلته وهو مملوء بالزيت $50\ kg$ فإذا علمت أن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$, احسب الكثافة النسبية للزيت وكثافة الزيت.

$(0.8,800\ m^3)$

....

....

....

....

8. إناء مملوء لنهايته بـ 50 كجم من الماء استبدل الماء بالزيت فكانت كتلة الزيت 40 كجم ثم استبدل الزيت بالزئبق فكانت كتلته 680 كجم. أوجد الكثافة النسبية لكل من الزيت والزئبق.

$(0.8, 136.6)$

....

....

....

....

9. تم خلط 3 لتر من الكحول كثافته $800\ kg/m^3$ مع 2 لتر من الماء فكونا خليطًا كثافته $900\ kg/m^3$, تبيّن هل حدث انكماش أم لا وإذا حدث احسب نسبة الانكماش, (علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

(3.158%)

....

....

....

....

10. محلول ملحي يتكوّن من 30% ملح والباقي ماء إذا كانت الكثافة النسبية للمحلول 1.2 احسب كتلة الملح في 10 لتر من هذا المحلول. (علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

$(5\ kg)$

....

....

....

....

11 مخبار مدرج سعته لتر وضع به سائلين A, B خلطًا معًا بحيث يشغلا الحيّز الكلي للمخبار فإذا كانت كثافتها النسبية معًا 0.7 فاحسب حجم كل من السائلين على حدى في هذا المخلوط علمًا بأن الكثافة النسبية للسائلين A, B على الترتيب 0.9, 0.4 وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$

$(4 \times 10^{-4}\ m^3, 4 \times 10^{-4}\ m^3)$

....

....

....

....

12 إذ كانت كتلة اللتر من اللبن الدسم $1.032\ kg$ وكانت كثافة القشدة $865\ kg/m^3$ وكان اللبن محتويًا على 4% من حجمه قشدة, كم تكون كثافة اللبن الخالي من القشدة؟

$(1039.58\ kg/m^3)$

....

....

....

....

13 سائلان إذا خلط حجمان متساويان منهما معًا كانت الكثافة النسبية للخليط 0.4 وإذا خلط كتلتان متساويان منهما معًا كانت الكثافة النسبية للخليط 0.3, احسب كثافة كل من السائلين بفرض عدم تغير الحجم عند الخلط.

$(200\ kg/m^3, 600\ kg/m^3)$

....

....

....

....

السريان

- هو تحريك المائع في الأنابيب.
- يوجد منه نوعان هما: (1) السريان الهادئ (المستقر). (2) السريان المضطرب.

السريان الهادئ

- هو سريان المائع (سائل أو غاز) بسرعات صغيرة بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة في نعومة ويسر.
- يُسمى السريان الطبقي أو المستقر أو الانسيابي.
- تتّخذ فيه كل كمية صغيرة من السائل مسار متصل وهمي يُسمى خط الانسياب.

خصائص خطوط الانسياب:



١. خطوط وهمية لا تتقاطع.
٢. عدد خطوات الانسياب عند أي مقطع من الأنبوبة ثابت.
٣. المماس لأي نقطة على خط الانسياب يحدد اتجاه السرعة اللحظية لكمية صغيرة من السائل عند هذه النقطة.
٤. سرعة سريان السائل عند نقطة تتحدد بعدد خطوط الانسياب التي تمر عموديًا بوحدة المساحات عند تلك النقطة (كثافة خطوط الانسياب عند تلك النقطة) وبالتالي تزداد سرعة المائع عند أي نقطة داخل أنبوبة السريان بزيادة كثافة خطوط الانسياب عند تلك النقطة والعكس.

شروط السريان الهادئ:

١. أن تكون سرعة السائل عند النقطة الواحدة ثابتة على طول مساره (لا تتغيّر بمرور الزمن).
٢. أن يكون السريان غير دوّار (لا توجد دوّامات).
٣. عدم وجود قوى احتكاك مؤثرة بين طبقات السائل.
٤. أن يكون معدّل سريان السائل ثابتًا على طول مساره لأن السائل غير قابل للانضغاط وكثافته لا تتغيّر مع المسافة أو الزمن.

إذا كان السائل يسري داخل أنبوبة فيجب أيضًا أن:

١. يملأ السائل الأنبوبة تمامًا.
٢. تكون كمية السائل التي تدخل إلى الأنبوبة من أحد طرفيها مساوية لكمية السائل التي تخرج من الطرف الآخر في نفس الزمن.

السريان المضطرب

يتحول السريان الهادئ لمائع إلى سريان مضطرب عند:

١) زيادة سرعة انسياب المائع عند حدّ معيّن.

٢) انتشار الغاز مِن حيّز صغير إلى حيّز كبير, أو من ضغط عالي إلى ضغط منفخض.

يتميّز السريان المضطرب بوجود دوّامات دائرية صغيرة.



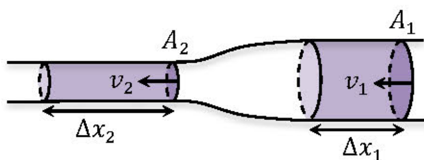
معدل السريان (الانسياب)

- هو كمية السائل المناسبة خلال مقطع من الأنبوبة في وحدة الزمن.
- يمكن التعبير عنه: بـ (1) معدل الانسياب الحجمي. (2) معدل الانسياب الكتلي.

وجه المقارنة	معدل الانسياب الحجمي	معدل الانسياب الكتلي
تعريف	هو حجم السائل المنساب خلال مقطع معين من أنبوبة سريان مستقر في الثانية.	هو كتلة السائل المنساب خلال مقطع معين من أنبوبة سريان مستقر في الثانية.
قانونه	معدل الانسياب الحجمي = حجم السائل / الزمن بالثانية $Q_v = \frac{V_{ol}}{t}$	معدل الانسياب الكتلي = كتلة السائل / الزمن بالثانية $Q_m = \frac{M}{t}$
وحدة قياسه	m^3/s	kg/s
حسابه	معدل الانسياب الحجمي = مساحة المقطع × المسافة التي يتحركها السائل في الثانية (سرعة السائل) $\therefore Q_v = Av$ حجم السائل المنساب في زمن قدره (t) ثانية:	معدل الانسياب الكتلي = حجم السائل المنساب خلال مقطعين معين في الثانية (معدل الانسياب الحجمي) × كثافة السائل $\therefore Q_m = Q_v\rho = Av\rho$ كتلة السائل المنساب في زمن قدره (t) ثانية: $M = Q_m t = Av\rho t$
السائل يسري سريانًا هادئًا وبالتالي فإن كمية السائل (حجمها وكتلتها) التي تدخل الأنبوبة = كمية السائل التي تخرج من الأنبوبة في نفس الزمن وفقًا لقانون بقاء الكتلة ولذلك فمعدّل السريان (الحجمي أو الكتلي) مقدار ثابت داخل الأنبوبة.		
النسبة بين معدّل السريان الحجمي ومعدل السريان الكتلي يساوي الكثافة.		

معدل الاستمرارية (العلاقة بين سرعة سريان السائل ومساحة مقطع الأنبوبة)

- بفرض مستويين عموديين على خطوط الانسياب عند مقطعين مختلفين من أنبوبة أسطوانية كما بالشكل:



١) **المستوى الأول:**

مساحة مقطعه (A_1) وسرعة انسياب السائل خلاله (v_1) فيكون:

معدل الانسياب الحجمي: $Q_v = A_1 v_1$

معدل الانسياب الكتلي: $Q_m = \rho A_1 v_1$

② المستوى الثاني:

مساحة مقطعه (A_2) وسرعة انسياب السائل خلاله (v_2) فيكون:

معدل الانسياب الحجمي: $Q_v = A_1 v_1$

معدل الانسياب الكتلي: $Q_m = \rho A_1 v_1$

- نظرًا لأن السريان هادئ يكون معدل الانسياب الكتلي والحجمي ثابت ويكون:

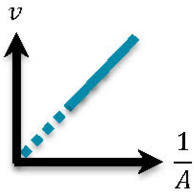
$$\rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2$$
$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

وتسمى هذه العلاقة الاستمرارية

> **معادلة الاستمرارية:** سرعة سريان سائل عند أي نقطة في أنبوبة سريان مستقر تتناسب عكسيًا مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة.

التمثيل البياني لمعادلة الاستمرارية:

- تتناسب سرعة سريان سائل في أنبوبة عكسيًا مع مساحة مقطعها $\left(v \alpha \frac{1}{A}\right)$
- ينساب السائل ببطء شديد في الأنبوبة عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة (واسعة).
- ينساب السائل بسرعة أكبر في الأنبوبة عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة (ضيقة).



تطبيقات على معادلة الاستمرارية

حيث أن سرعة المائع تتناسب عكسيًا مع مساحة المقطع:

① تصمم فتحات مواقد الغاز بحيث تكون مساحتها صغيرة حتى يندفع الغاز منها بسرعة عالية.

② سرعة سريان الدم في الشريان الرئيسي أكبر من سرعة سريانه في الشعيرات الدموية لأن مجموع مساحات مقاطع الشعيرات أكبر من مساحة مقطع الشريان الرئيسي وبالتالي تقلّ سرعة الدم في الشعيرات الدموية مما يسمح بحدوث عملية تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الأنسجة وتزويدها بالمواد الغذائية.

لاحظ:

تقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من الخرطوم عندما توجه فوّهته رأسيًا لأسفل بينما تزداد مساحة مقطعه عندما توجه فوّهته رأسيًا لأعلى لأنه عندما يوجه فوّهة الخرطوم لأسفل يتحرك الماء في اتجاه الجاذبية الأرضية فتزداد سرعة سريان الماء فتقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب تبعًا لمعادلة الاستمرارية وعندما توجه فوّهته لأعلى يتحرك الماء ضد الجاذبية الأرضية فتقل سرعته وبالتالي تزداد مساحة مقطع عمود الماء لثبوت معدل الانسياب.

إرشادات حل المسائل

① معدل السريان الحجمي: $Q_v = Av = \pi r^2 v$

② حجم السائل في زمن (t): $V_{ol} = Q_v t = Avt$

③ معدل السريان الكتلي: $Q_m = Q_v \rho = Av\rho$

④ كتلة السائل في زمن (t): $M = Q_m t = Av\rho t = V_{ol}\rho$

⑤ معادلة الاستمرارية:

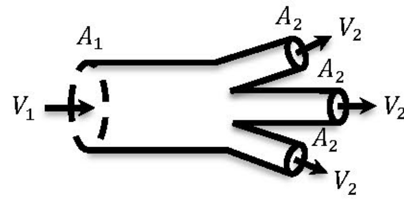
(أ) أنبوبة ذات مقطعين مختلفين:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$
$$r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2$$

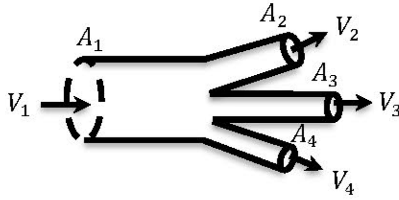
> **لاحظ:** إذا طلب كمية السائل خلال مقطع من مقاطع الأنبوبة في زمن معين يتم حساب الحجم والكتلة.

(ب) أنبوبة متفرغة إلى عدة فروع:

متساوية في مساحة المقطع



غير متساوية في مساحة المقطع



٦ لحساب زمن ملء خزان أو مستودع بالسائل: $T = \frac{V_{\text{سعة الخزان}}}{Q_{\text{معدل السريان}}}$

٧ إذا كان لدينا خزان يُملأ من صنبور في زمن (t_1) في حين يُملأ من صنبور آخر في زمن (t_2) ويُملأ من صنبور ثالث في زمن (t_3) وطُلِب منك حساب الزمن اللازم لملء الخزان إذا فتحت الصنابير معًا فإن:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\left(\frac{V_{ol}}{t} = \frac{V_{ol}}{t_1} + \frac{V_{ol}}{t_2} + \frac{V_{ol}}{t_3}\right) \rightarrow \left(\frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + 1/t_3\right)$$

٨ مضخة ترفع الماء بمعدل لتر/ دقيقة (نضرب في 10^{-3} ونقسم على 60) وبمعدل م³/ دقيقة (نقسم على 60).

مسائل محلولة

١ أنبوبة مياه تدخل منزلًا قُطرها $2\ cm$ وسرعة سريان الماء فيها $0.1\ m/s$ وفي آخر الأمر يصبح قُطرها $1\ cm$

احسب:

- ☐ سرعة سريان الماء في الجزء الضيّق.
- ☐ كمية الماء (حجمه وكتلته) المنساب كل دقيقة خلال أي مقطع من مقاطع الأنبوبة.

(علمًا بأن: كثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

الحل:

☐

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2$$

$$(1 \times 10^{-2}) \times 0.1 = (0.5 \times 10^{-2})^2 v_2$$

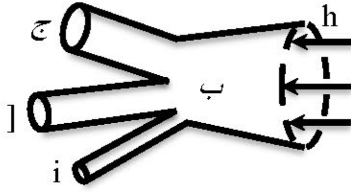
$$v_2 = 0.4\ m/s$$

☐

$$V_{ol} = Q_v t = A_1 v_1 t = \pi^2 r_1 v_1 t = 3.14 \times (1 \times 10^{-2}) \times 0.1 \times 60 = 1.884 \times 10^{-3}\ m^3$$

$$M = V_{ol}\pi = 1.884 \times 10^{-3} \times 1000 = 1.884\ kg$$

② في الشكل المقابل إذا كان نصف قُطر الأنبوبة عند (أ) هو $30\ cm$ وسرعة دخول الماء عند نفس النقطة $2\ m/s$ وسرعة انسيابه عند (ج) = $3\ m/s$ وسرعة انسيابه عند (هـ) = $15\ m/s$ حيث نصف قُطر الأنبوبة عند (ب) هو $20\ cm$ وعند (ج) $15\ cm$ وعند (د) $10\ cm$ وعند (هـ) $5\ cm$ احسب كلٍّ من:



☐ المعدل الحجمي لدخول الماء عند (أ).

☐ سرعة انسياب الماء عند كل من (ب)، (د).

(علمًا بأن: $\pi = 3.14$)

الحل:

☐ $Q_v = Av_{ol} = \pi r^2 v = 3.14 \times (30 \times 10^{-2}) \times 2 = 0.5652\ m^3/s$

☐ سرعة انسياب الماء عند (ب):

$(A_1 v_1)_{\text{عند أ}} (A_2 v_2)_{\text{عند ب}}$

$r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2$

$(30 \times 10^{-2}) \times 2 = (20 \times 10^{-2})^2 v_2$

$v_2 = 4.5 \frac{m}{s}$

سرعة انسياب الماء عند (د):

$(A_2 v_2)_{\text{عند ب}} = (A_3 v_3)_{\text{عند ج}} + (A_4 v_4)_{\text{عند د}} + (A_5 v_5)$

$r_2^2 v_2 = r_3^2 v_3 + r_4^2 v_4 + r_5^2 v_5$

$(20 \times 10^{-2}) \times 4.5 = (15 \times 10^{-2})^2 \times (10 \times 10^{-2})^2 \times v_4 + (5 \times 10^{-2})^2 \times 15$

$V_4 = 7.5\ m/s$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

① أنبوب مياه يضيق مساحة مقطعه إلى الربع، فإن النسبة بين سرعة الدخول إلى سرعة الخروج هي ....

☐ $\frac{1}{4}$ ☐ $\frac{4}{1}$ ☐ $\frac{1}{2}$ ☐ $\frac{2}{1}$

② يسري سائل في أنبوبة بسرعة v فإذا زادت سرعته إلى $2v$ فإن النسبة $\frac{r_1}{r_2}$ هي ....

☐ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ☐ $\frac{1}{2}$ ☐ $\frac{2}{1}$ ☐ $\frac{\sqrt{2}}{1}$

③ يسري حجمين من سائلين مختلفين في أنبوبتيّ سريان وكانت النسبة بين كثافتيّ السائلين $\frac{1}{4}$ وحجم الأول ضِعف حجم الثاني وكان معدّل الانسياب الكتلي ثابت فإن النسبة $\frac{t_1}{t_2}$ ....

☐ $\frac{1}{4}$ ☐ $\frac{4}{1}$ ☐ $\frac{1}{2}$ ☐ $\frac{2}{1}$

④ أنبوب مياه يدخل منزل إذا علمت أن سرعة الخروج من الأنبوب هي 16 مرّة سرعة الدخول فتكون النسبة بين نصف قُطر الأنبوب عند الدخول إلى نصف قُطر الأنبوب عند الخروج يساوي ....

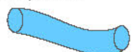
☐ $\frac{1}{4}$ ☐ $\frac{4}{1}$ ☐ $\frac{1}{16}$ ☐ $\frac{16}{1}$

⑤ أيًّا من الأشكال التي أمامك يمثّل سريانًا هادئًا؟

☐ 

☐ 

☐ 

☐ 

٦ عند قياس سرعة سائل في أحد الأنابيب كانت قيمة السرعة عند نقطةٍ ما في هذه اللحظة $8\ m/s$, وفي لحظة أخرى عند نفس النقطة أصبحت السرعة $9\ m/s$ فإن نوع السريان ....

- ☐ سريان مضطرب.
- ☐ سريان هادئ.
- ☐ سريان هادئ ثم مضطرب.
- ☐ سريان مضطرب ثم هادئ.

٧ يسري سائل خلال أنبوبة منتظمة قُطرها (X) بسرعة (v) فإذا وُضِعَ سدّادة من الفلّين في نهاية الأنبوبة وكان ثقب قُطر قطعة الفلّين يساوي $\frac{X}{4}$, فإن سرعة خروج السائل من ثقب قطعة الفلّين تساوي ....

- ☐ –
- ☐ —
- ☐
- ☐

٨ إذا كانت النسبة بين قطريّ أنبوبة 2 إلى 1 فإن النسبة بين السرعتين ....

- ☐ –
- ☐ –
- ☐ –
- ☐ –

٩ أنبوبة رئيسية يسري بها ماء سريانًا هادئًا وتتفرّغ إلى عدد من الأنابيب الفرعية المتماثلة فإذا كان قُطر الأنبوبة الرئيسية ثمان أمثال قُطر الأنبوبة الفرعية وسرعة سريان الماء في الأنبوبة الفرعية أربع أمثال سرعة سريانه في الأنبوبة الرئيسية, فإن عدد الأنابيب الفرعية يساوي ....

- ☐ 4
- ☐ 8
- ☐ 16
- ☐ 24

١٠ شريان يتشعّب إلى 80 شعيرة نصف قُطر كلٍّ منها $0.1\ cm$ فإذا كان نصف قُطر الشريان $0.35\ cm$ وسرعة سريان الدم فيه $0.044\ m/s$, فإن مقدار سرعة سريان الدم في الشعيرة الواحدة يساوي ....

- ☐ 3.37
- ☐
- ☐ 3.37
- ☐

١١ عند الشهقيق يتدفّق الهواء إلى داخل القصبة الهوائية بسرعة , فإذا كانت مساحة مقطع كل من شعبتيّ القصبة الهوائية تساوي ربع مساحة مقطع القصبة الهوائية الرئيسية, فتكون سرعة تدفق الهواء في كل من الشعبتين هي ....

- ☐ 7.5
- ☐ 15
- ☐ 6.74
- ☐ 30
- ☐ 45

١٢ أنبوبة يسري بها ماء سريانًا هادئًا, إذا كانت النسبة بين قُطر مقطعيّ نهايتيها هي $\frac{2}{3}$, فإن النسبة بين معدّل السريان الكتلي للسائل فيهما على الترتيب تساوي ....

- ☐ $\frac{}{3}$
- ☐ –
- ☐ $\frac{3}{}$
- ☐ –

١٣ في السريان المستقر تكون نسبة عدد خطوط الانسياب في المقطع الواسع للأنبوبة التي ينساب فيها السائل إلى عددها في المقطع الضيّق ....

- ☐ أكبر من الواحد.
- ☐ أقل من الواحد.
- ☐ تساوي الواحد.
- ☐ لا يمكن تحديد الإجابة.

١٤ أنبوبة سريان مستقر قُطرها الداخلي $3.5\ cm$ فإذا كانت كثافة الماء $1000\ km/m^3$ وسرعة سريان الماء خلال الأنبوبة $0.8\ m/s$, فإن معدل السريان الكتلي يساوي ....

- ☐ 1.155
- ☐ 0.385
- ☐ 1.54
- ☐ 0.77

(١٥) أنبوبة مياه نصف قُطرها $3.5\ cm$ يسري بها ماء سريانًا مستقرًا بسرعة $3\ m/s$ فإن الزمن اللازم لملء خزّان مكعب الشكل طول ضلعه $226\ cm$ يساوي تقريبًا ....

☐ $1200\ s$ ☐ $1100\ s$ ☐ $1000\ s$ ☐ $900\ s$

(١٦) عندما يزداد نصف قُطر مقطع أنبوبة سريان ينساب فيها سائل انسيابًا هادئًا فإن كثافة خطوط الانسياب ......

☐ تقل. ☐ تظل ثابتة. ☐ تزداد. ☐ لا يمكن تحديد الإجابة.

(١٧) الحركة الناتجة عن اهتزاز وسطٍ ما ....

	معدل التدفق الحجمي (m^3/s)	سرعة الماء عند الطابق العلوي (m/s)
☐	10^{-3}	10
☐	10^{-3}	12
☐	3×10^{-3}	10
☐	3×10^{-3}	12

(١٨) إذا قلّ نصف قُطر أنبوبة يسري فيها سائل سريانًا هادئًا إلى النصف، فإن معدّل السريان الكتلي ....

☐ يظل ثابتًا. ☐ يقل للربع. ☐ يزداد للضِعف. ☐ يزداد لأربعة أمثاله.

(١٩) يسري سائل سريان هادئ في أنبوبة نصف قُطرها r بسرعة v تنتهي باختناق نصف قُطره $0.5\ r$، فإن سرعة السائل عند الطرف الضيق تساوي ....

☐ $0.25\ v$ ☐ $0.5\ v$ ☐ $2\ v$ ☐ $4\ v$

(٢٠) أنبوبة مياه قُطرها $2.5\ cm$ استخدمت لصبّ كمية من الماء كتلتها $11\ kg$ في إناء، فإذا لَزم وقت قدره $10\ s$ لإتمام العملية، فإن سرعة خروج الماء من الأنبوبة يساوي m/s ....

(علمًا بأن: $\rho_{ماء} = 1000\ kg/m^3$)

☐ 2 ☐ 2.24 ☐ 3 ☐ 3.32

(٢١) في السريان المستقر عدد خطوط الانسياب في المقطع الواسع .... عددها في المقطع الضيّق.

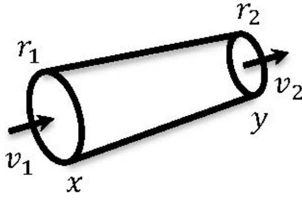
☐ أقل من ☐ يساوي ☐ أكبر من ☐ -

(٢٢) أنبوبة مساحة مقطع طرفيها $0.005\ m^2$, $0.01\ m^2$ يسري بها ماء سريانًا هادئًا، فإذا كان حجم الماء المناسب $9\ m^3$ خلال $15\ min$، فإن ....

	سرعة الماء عند المقطع الضيق	سرعة الماء عند المقطع الواسع
☐	$1.5\ m/s$	$0.6\ m/s$
☐	$1.5\ m/s$	$1\ m/s$
☐	$2\ m/s$	$0.6\ m/s$
☐	$2\ m/s$	$1\ m/s$

(٢٣) يتم حقن مريض بإبرة نصف قُطرها $0.3\ mm$ فإذا كان معدل تدفق الدواء خلالها $0.5\ cm^3/s$، فإن سرعته لحظة خروجه من الإبرة m/s ....

☐ 7.71 ☐ 2.42 ☐ 1.77 ☐ 1.24



(٢٤) الشكل المقابل يوضح أنبوبة ينساب بها سائل انسيابًا مستقرًا فإذا كانت سرعة السائل عند مقطعيّ الأنبوبة y, x هي $62.5\ m/s, 10m/s$ على الترتيب, فإن النسبة بين نصفيّ قُطر الأنوبة $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$ تساوي ....

☐ $\frac{2}{5}$ ☐ $\frac{5}{2}$
☐ $\frac{4}{2}$ ☐ $\frac{25}{4}$

(٢٥) النسبة بين معدل السريان الكتلي إلى معدل السريان الحجمي لسائل هي ....

☐ كثافة السائل. ☐ سرعة الانسياب. ☐ كتلة السائل. ☐ زمن سريان السائل.

(٢٦) إذا زادت مساحة مقطع الأنبوبة في السريان الهادئ إلى الضِعف فإن معدّل السريان الحجمي ....

☐ يزداد للضِعف. ☐ يقل للنصف. ☐ يظل ثابتًا. ☐ يقل للربع.

(٢٧) إذا قلّت مساحة مقطع أنبوبة السريان للنصف وزادت سرعة سريان السائل إلى الضِعف في السريان المستقر فإن معدل السريان الحجمي ....

☐ يظل ثابتًا. ☐ يزداد للضِعف. ☐ يقل للنصف. ☐ يقل إلى الربع.

(٢٨) إذا زادت مساحة مقطع الأنبوبة للضِعف في السريان الهادئ فإن سرعة السريان ....

☐ تزداد للضِعف. ☐ تقل للنصف. ☐ تزداد 4 أمثال. ☐ تظل كما هي.

(٢٩) يمكن استنتاج معادلة الاستمرارية من خلال ....

☐ قانون الضغط. ☐ القانون الثاني لنيوتن. ☐ قانون بقاء الكتلة. ☐ قاعدة أرشميدس.

(٣٠) إذا قلّ نصف قُطر أنبوبة السريان إلى النصف فإن سرعة السريان ....

☐ تزداد للضِعف. ☐ تقل للنصف. ☐ تزداد 4 أمثال. ☐ تقل للربع.

(٣١) عندما تزداد سرعة الانسياب في أنبوبة فإن خطوط السريان ....

☐ تزداد. ☐ تتزاحم. ☐ تقل. ☐ تنعدم.

(٣٢) ثلاث صنابير عند استخدامها معًا لملء حوض فإنها تستغرق $10\ min$ وإذا استخدم الصنبور الأول فقط فإنه يستغرق $20\ min$ وإذا لملء الحوض وعند استخدام الصنبور الثاني فقط فإنه يستغرق ساعة, فيكون الزمن الذي يستغرقه الصنبور الثالث فقط استخدامه لملء الحوض هو ....

☐ $10\ min$ ☐ $20\ min$ ☐ $30\ min$ ☐ $60\ min$

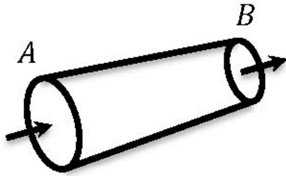
(٣٣) في حالة السريان الهادئ يكون ....

☐ معدل الانسياب الكتلي ثابت ومعدل الانسياب الحجمي غير ثابت.
☐ معدل الانسياب الكتلي غير ثابت ومعدل الانسياب الحجمي ثابت.
☐ معدل الانسياب الكتلي ثابت ومعدل الانسياب الحجمي ثابت.
☐ معدل الانسياب الكتلي غير ثابت ومعدل الانسياب الحجمي غير ثابت.

(٣٤) يستخدم رجل الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب عند إطفاء الحرائق لأن ....

☐ سرعة اندفاع الماء تزداد كلما قلّت مساحة المقطع.
☐ سرعة اندفاع الماء تقلّ كلما قلّت مساحة المقطع.
☐ سرعة اندفاع الماء تزداد كلما زادت مساحة المقطع.
☐ سرعة اندفاع الماء ثابتة مهما تغيّرت مساحة المقطع.

(٣٥) الشكل المقابل يمثّل سائلًا يسري سريانًا هادئًا في أنبوبة بحيث يدخل من الطرف A ويخرج من الطرف B، فإن ....



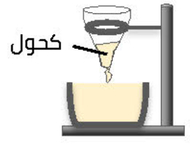
☐ سرعة السائل عند الطرف A مساوية لسرعة السائل عند الطرف B
☐ معدل سريان السائل عند الطرف A أقل من معدل سريان السائل عند الطرف B
☐ سرعة السائل عند الطرف A أقل من سرعة السائل عند الطرف B
☐ معدل سريان السائل عند الطرف A أكبر من معدل سريان السائل عند الطرف B

اللزوجة

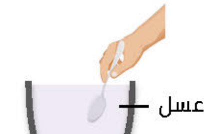
يمكن توضيح خاصية اللزوجة من خلال الأنشطة التالية:

الخطوات	الملاحظة	أي أن	الاستنتاج
علّق قمعين متماثلين كل منهما في حامل وضع أسفل كل منهما كأس ثم صب في أحد القمعين حجمًا معينًا من الكحول وفي الآخر نفس الحجم من الجليسرين.	سرعة انسياب الكحول أكبر من سرعة انسياب الجليسرين.	قابلية الكحول للانسياب أكبر من قابلية الجليسرين للانسياب.	لزوجة الجليسرين أكبر من لزوجة الكحول.
قم تقليب كأسين أحدهما مملوء بحجم معين من الماء والآخر مملوء بنفس الحجم من العسل ثم أخرج الملعقة.	تتحرك الملعقة في الماء بسهولة بينما تتحرك في العسل بصعوبة وتتوقف حركة العسل بعد إخراج الملعقة بفترة قصيرة في حين تستمر حركة الماء فترة أطول.	مقاومة املاء للحركة أقل من مقاومة العسل لها.	لزوجة العسل أكبر من لزوجة الماء.
املأ كأسين متماثلين أحدهما بالماء والآخر بالجليسرين ثم ألقِ برفق كرة معدنية في كل منهما واحسب زمن وصول الكرة إلى قاع الكأس.	تتحرك الكرة في الماء أسرع منها في الجليسرين وتصل إلى قاع الكأس قبل الكرة المتحركة في الجليسرين.	الجليسرين يقاوم حركة الكرة خلاله بمقدار أكبر من مقاومة الماء لها.	لزوجة الجليسرين أكبر من لزوجة الماء.

خاصية اللزوجة:
هي الخاصية التي تتسبب في وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل تعوق انزلاقها بعضها فوق بعض.

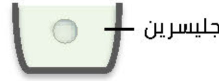












لاحظ: تقل كمية حركة جسم صلب عند تحركه في مائع بسبب لزوجة المائع التي تعمل على مقاومة حركة الجسم فتقل سرعته وبالتالي تقل كمية حركته.

تفسير خاصية اللزوجة

- إذا تصورنا كمية من سائل محصورة بين لوحين مستويين أحدهما ساكن والآخر متحرك بسرعة v فإن:
  - طبقة السائل الملامس للّوح الساكن تكون ساكنة.
  - طبقة السائل الملامس للّوح المتحرك تتحرك بنفس سرعته.
  - باقي طبقات السائل بين اللوحين تتحرك بسرعات تتراوح من الصفر إلى v.
  - تتزايد السرعة تدريجيًا من اللوح الساكن إلى المتحرك بحيث تكون سرعة كل طبقة أقل من الطبقة التي تعلوها.

اللوح المتحرك v
$v = 0$
اللوح الساكن

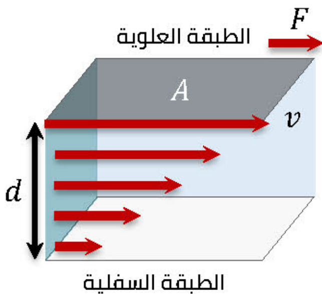
- يرجع ذلك إلى وجود:

قوى احتكاك: بين كل من اللوحين وطبقة السائل الملامسة لكل منهما ناتجة عن التلاصق بين جزيئات اللوح الصلب وجزيئات السائل المجاورة لها فتتحرك كل طبقة من السائل تبعًا لحركة اللوح الملامسة له.	**قوى شبيهة بقوى الاحتكاك:** بين كل طبقة من طبقات السائل والطبقة التي تعلوها مما يعوق انزلاقها فوق بعضها البعض فينشأ اختلاف نسبي في السرعة بين كل طبقة والتي تعلوها.

- يرجع ذلك إلى وجود:

مُعامل اللزوجة

بفرض طبقتين من سائل المسافة العمودية بينهما d فإذا أثرت قوة مماسية (F) على الطبقة العلوية من السائل (مساحتها A) فسبّبت فرق في السرعة بين الطبقتين مقداره v، نجد أنه لكي تحتفظ الطبقة المتحركة بسرعة ثابتة فإن القوة المماسية المؤثرة على الطبقة العلوية تعادل قوى الاحتكاك بين الطبقات (قوة اللزوجة) والتي تتناسب:



- **طرديًا:** مع مساحة الطبقة المتحركة (A): $F \alpha A$
- **طرديًا:** مع فرق السرعة بين الطبقتين (v): $F \alpha$
- **عكسيًا:** مع المسافة العمودية بين الطبقتين (d): $F \alpha \frac{1}{d}$

$$\therefore F \alpha \frac{Av}{d}$$

$$F = constant \times \frac{Av}{d}$$

$$\therefore F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$$

$$\therefore \boldsymbol{\eta_{vs}} = \frac{\boldsymbol{Fd}}{\boldsymbol{Av}}$$

وحدة قياس مُعامل اللزوجة
$N.s/m^2$
وتكافئ
$kg/m.s$
أو
$J.s/m^3$

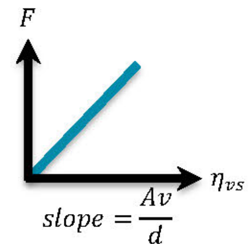
حيث (η_{vs}) مُعامل اللزوجة ويساوي عدديًا القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات وينتج عنها فرق في السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة.

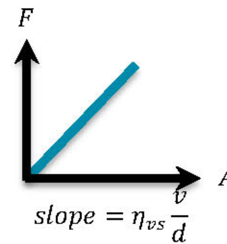
العوامل التي يتوقف عليها مُعامل اللزوجة:

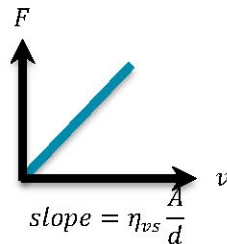
① نوع المائع (السائل أو الغاز).
② درجة الحرارة (تقل لزوجة المائع بارتفاع درجة حرارته).

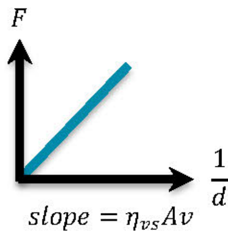
العوامل التي يتوقف عليها مُعامل اللزوجة:

① مُعامل اللزوجة لعدة سوائل مختلفة (علاقة طردية).
② مساحة الطبقة المتحركة (علاقة طردية).
③ فرق السرعة بين طبقتين من السائل (علاقة طردية).
④ المسافة العمودية بين الطبقتين (علاقة عكسية).









لاحظ:

- تتواجد النباتات المائية غالبًا قرب الشواطئ لأنه قرب الشاطئ تزداد قوى الاحتكاك التي تعوق الماء عند الانسياب حيث أن F تتناسب عكسيًا مع d وبالتالي تقلّ فرصة اقتلاع هذه النباتات بواسطة تيارات الماء المنساب.
- تقلّ سرعة أمواج البحر كلما اقتربنا من الشاطئ لأنه كلما اقتربت الطبقة المتحركة من الساكنة تقلّ سرعتها بسبب زيادة قوى الاحتكاك الناتجة عن اللزوجة.
- يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة الرياح أكثر من سكان الأدوار السفلى لأن الأدوار العليا بعيدة عن سطح الأرض (الطبقة الساكنة) فتزداد سرعة الهواء كلما ابتعدنا عن الأرض بسبب نقص قوى الاحتكاك الناتجة عن اللزوجة.
- عند وجود ثلاثة ألواح مستوية أفقية متوازية يؤثّر على اللوح (2) قوتيّ احتكاك من السائل إحداهما من أعلى والأخرى من أسفل.

$$F_2 = F_{12} + F_{32}$$

$$F_2 = \eta_{vs} A_2 v_2 = \left(\frac{1}{d_{12}} + \frac{1}{d_{32}}\right)$$

- عند وجود سطحين مستويين كل منهما موضوع فوق طبقة من سائل:

$$\frac{(\eta_{vs})_1}{(\eta_{vs})_2} = \frac{F_1 d_1 A_2 v_2}{F_2 d_2 A_1 v_1}$$

مسائل متنوعة

(١) صفيحة مستوية مساحتها $0.01\ m^2$ تتحرك بسرعة $12.5\ m/s$ معزولة عن صفيحة أخرى ساكنة كبيرة بطبقة من سائل شمكها $2\ mm$ فإذا كان معامل لزوجة السائل $4\ kg/m.s$ احسب القوة اللازمة لحفظ الصفيحة متحركة.

الحل:

$$F = \eta_{vs}\frac{Av}{d} = \frac{4 \times 0.01 \times 12.5}{2 \times 10^{-3}} = 2.5\ N$$

(٢) صفيحة مستوية مربعة الشكل طول ضلعها $0.2\ m$. معزولة عن صفيحة أخرى بطبقة من سائل شمكها $4\ cm$ فإذا أثّرت قوّة مقدارها $20\ N$ على الصفيحة الأولى فتحركت بسرعة $1\ m/s$ فما هي قيمة مُعامل اللزوجة؟

الحل:

$$\eta_{vs} = \frac{Fd}{Av} = \frac{20 \times 4 \times 10^{-2}}{(0.2)^2 \times 1} = 20\ kg.m^{-1}.s^{-1}$$

تطبيقات على خاصية اللزوجة

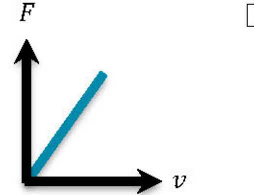
التطبيق	الشرح
تزييت وتشحيم الآلات المعدنية	الغرض منها: (1) إنقاص كمية الحرارة المتولدة نتيجة الاحتكاك. (2) حماية أجزاء الآلة من التآكل وزيادة كفاءتها.
	يُراعى في الزيوت المستخدمة أن تكون ذات لزوجة كبيرة لكي يكون لها القدرة على الالتصاق بأجزاء الآلة مع استمرار الحركة الدائبة ولا تنساب بعيدًا عنها.
	لا يصلح الماء في عملية التزييت لأن الماء من المواد ذات اللزوجة الصغيرة فسرعان ما ينساب بعيدًا عن أجزاء الآلة لضَعف قوة التصاقه بها أثناء حركتها.
توفير استهلاك الوقود في المركبات المتحركة	في السرعات المنتظمة الصغيرة نسبيًا أو المتوسطة تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته طرديًا مع سرعة المركبة، وعند زيادة سرعة المركبة عن حد معين تتناسب مقاومة الهواء طرديًا مع مربع سرعة المركبة مما يزيد من استهلاك الوقود.
	عندما تبلغ السيارة سرعتها القصوى يكون الشغل الكلي والذي تبذله الآلة والمستمدة من الوقود المستهلك يعمل معظمه ضد: (1) مقاومة الهواء للسيارة أثناء حركتها خلاله. (2) قوّة الاحتكاك بين إطارات السيارة والأرض.
اختبار سرعة ترسيب الدم	عند سقوط كرة سقوطًا حرًا رأسيًا في سائل لزج فإنها تتأثر بثلاث قوى، وزنها لأسفل، قوة دفع السائل لأعلى، قوة الاحتكاك بينها وبين السائل لأعلى (قوة اللزوجة)، ومحصلة هذه القوى أن الكرة تتحرك بسرعة نهائية ثابتة تزداد بزيادة نصف قطرها.
	تتناسب السرعة النهائية التي تسقط بها كرات الدم خلال سائل البلازما مع مربع نصف قطرها وبذلك يمكن التعرّف على حجم كرات الدم إذا كانت طبيعية أم لا من خلال معدل الترسيب (المعدل الطبيعي لسرعة الترسيب هو 15 ملليمتر بعد ساعة).
	في حالة الإصابة بأمراض الحمى الروماتيزمية وروماتيزم القلب والنقرس تتلاصق كرات الدم

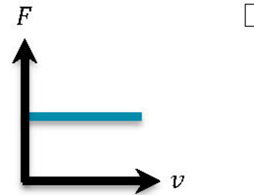
الحمراء فيزداد حجمها ونصف قطرها وتزداد تبعًا لذلك سرعة الترسيب.	
في حالة الإصابة بأمراض فقر الدم (الأنيميا) واليرقان تنكسر كرات الدم الحمراء ويقل حجمها ونصف قُطرها وبذلك تقل سرعة الترسيب.	

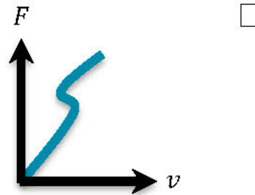
اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

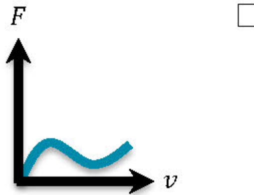
① تتحرك سيارة من السكون بحيث تزيد سرعتها تدريجيًا حتى تتعدى $120\ km/h$ فإن الشكل المعبّر عن العلاقة بين السرعة ومقاومة الهواء؟



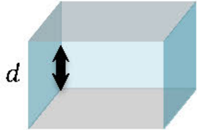
☐ 

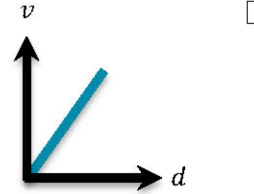
☐ 

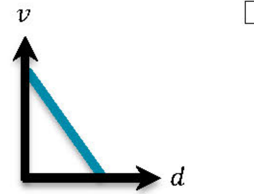
☐ 

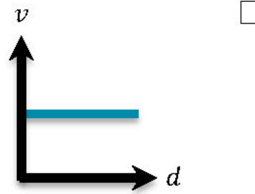
☐ 

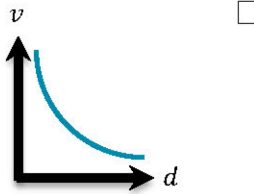
② الشكل المقابل يمثّل عيّنة من سائل محصورة بين لوحين, السفلي (ساكن) والعلوي (متحرك), أيّ من الأشكال البيانية التالية يعبّر عن العلاقة بين سرعة انسياب كل طبقة من السائل (v) وارتفاع كل طبقة من أسفل (d)؟



☐ 

☐ 

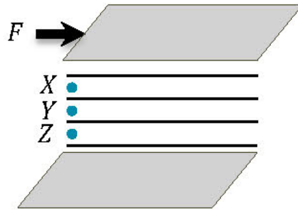
☐ 

☐ 

③ تكون قوة اللزوجة .... حركة طبقات المائع.

☐ في نفس الاتجاه. ☐ موازية. ☐ عمودية. ☐ عكس الاتجاه.

④ سائل محصور بين لوحين متوازيين, تؤثر على اللوح العلوي قوّة مماسية لتحريكه فتكون سرعة النقاط الموضحة بالرسم كالآتي ....



☐ $v_x > v_y = v_z$
☐ $v_z > v_y > v_x$
☐ $v_x > v_y > y_z$
☐ $v_y = v_z = v_x$

⑤ تعتمد خاصية اللزوجة لسائلٍ ما على قوى .... بين طبقاته.

☐ الارتباط. ☐ التماسك. ☐ الاحتكاك. ☐ لا توجد إجابة.

⑥ لوح معدني مستوي مساحته $0.0375\ m^2$ ينزلق بسرعة $0.2\ m/s$ على لوح آخر ساكن بينهما طبقة من سائل سُمككها $3\ mm$, فإذا علمت أن مُعامل لزوجة السائل $0.25\ N.s/m^2$, فإن القوة المماسية المؤثرة على اللوح المتحرك تساوي ....

☐ $0.78\ N$ ☐ $0.732\ N$ ☐ $0.625\ N$ ☐ $0.55\ N$

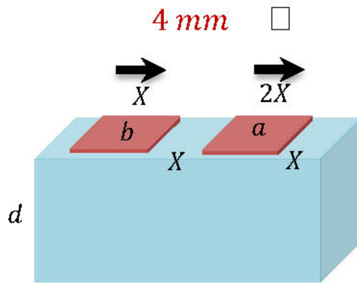
⑦ إذا زاد فرق السرعة بين طبقتين من سائل عند تأثير قوة مماسية على الطبقة العلوية منه، فإن معامل لزوجة السائل عند ثبوت درجة الحرارة ....

☐ ينعدم. ☐ يقل. ☐ يزداد. ☐ لا يتغير.

⑧ لوح مربع الشكل طول ضلعه $10\ cm$ ينزلق فوق لوح آخر ساكن بينهما طبقة من سائل لزج مُعامل لزوجته $1.2\ N.s/m^2$، فإذا تحرك اللوح العلوي بسرعة $0.2\ m/s$ نتيجة تأثره بقوة مماسية $0.6\ N$، فإن شمك طبقة السائل يساوي ....

☐ $1\ mm$ ☐ $2\ mm$ ☐ $3\ mm$ ☐ $4\ mm$

⑨ يتحرك لوحان a, b على سطح سائل بنفس السرعة، فتكون النسبة بين القوى $\frac{F_a}{F_b}$ كنسبة ....



☐ $\frac{1}{2}$ ☐ $\frac{1}{1}$

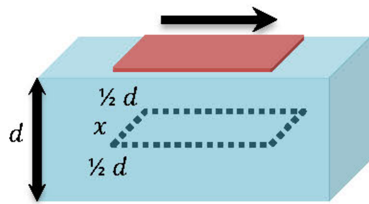
☐ $\frac{2}{1}$ ☐ $\frac{4}{1}$

⑩ عند إجراء اختبارات ترسيب الدم لثلاث أشخاص، الأول مُصاب بمرض الحمى الروماتيزمية والثاني مصاب بالأنيميا والثالث سليم فإن السرعة النهائية لمعدّل تساقط كرات الدم الحمراء تكون في ....

☐ الشخص الأول أكبر. ☐ الشخص الثالث أكبر.

☐ الشخص الثاني أكبر. ☐ الأشخاص الثلاثة متساوية

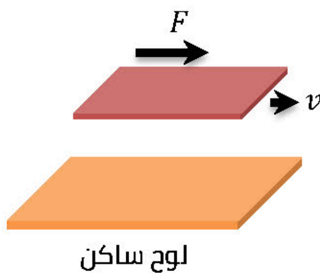
⑪ يتحرك لوح رقيق على سطح سائل متجانس بسرعة (v)، فإذا تحرّك في الموضع (x) بنفس السرعة على عُمق $\frac{1}{2}d$ فإن مُعامل اللزوجة ...



☐ يظل ثابت. ☐ يقل للربع.

☐ يزداد للضِعف. ☐ يقل للنصف.

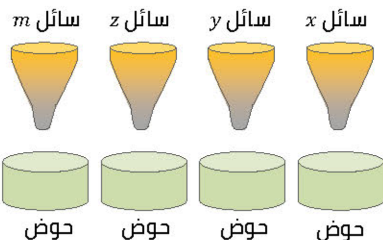
⑫ في الشكل المقابل عند وضع سائل A بين اللوحين والتأثير بقوة مماسية $100\ N$ على اللوح العلوي يتحرك اللوح بسرعة $0.2\ m/s$، وعند تغيير السائل A بسائل آخر B والتأثير بقوة مماسية $50\ N$ على اللوح العلوي يتحرك اللوح بسرعة $0.4\ m/s$، فإن النسبة بين مُعامليّ لزوجة السائلين تساوي ....



☐ $\frac{1}{2}$ ☐ $\frac{1}{1}$

☐ $\frac{2}{1}$ ☐ $\frac{4}{1}$

⑬ الشكل يوضح كميات متساوية من سوائل مختلفة صُبّت في أقماع متماثلة، إذا علمت أن لزوجة m > لزوجة z > لزوجة x > لزوجة y، أي السوائل يتجمّع في الحوض أولًا؟



☐ السائل x ☐ السائل y

☐ السائل z ☐ السائل m

(١٤) طبقة من سائل لزج سُمكها $2.5\ mm$ تغطي أرضية من السيراميك فإذا انزلق عليها لوح مربع مساحته $0.1\ m^2$ بسرعة $0.5\ m/s$ نتيجة تأثره بقوة مماسية $35\ N$, يكون مُعامل لزوجة السائل $kg/m.s$ ....

☐ 0.75 ☐ 1.25 ☐ 1.75 ☐ 2.25

(١٥) تؤثر قوة مماسية على لوح من الخشب المصقول فينزلق على طبقة من سائل لزج تغطي أرضية قاعه فإذا زادت هذه القوة للضِعف, فإن مُعامل لزوجة السائل ....

☐ لا يتغيّر. ☐ يقل للربع. ☐ يزداد للضِعف. ☐ يقل للنصف.

(١٦) لديك ألواح خشبية مختلفة المساحة $(A_1 > A_2 > A_3 > A_4)$ وضِعت على سطح سائل واحد ويُراد تحريكها بنفس السرعة, أيّ الاختيارات تعبّر عن ترتيب القوّة المستخدمة لتحريكها علمًا بأن عمق السائل متساوي؟

☐ $F_1 > F_3 > F_2 > F_4$ ☐ $F_1 > F_4 > F_2 > F_3$
☐ $F_1 > F_2 > F_4 > F_3$ ☐ $F_1 > F_2 > F_3 > F_4$

(١٧) أسقطت أربع كرات متماثلة من الصلب من نفس الارتفاع في أربع مخابير في كل منها سائل مختلف عن الآخر, وتم تسجيل زمن وصول الكرة إلى قاع المخبار في كل حالة فكانت كما في الجدول المقابل.
أيّ المخابير يحتوي على سائل لزوجته أعلى؟

☐ المخبار 1 ☐ المخبار 2
☐ المخبار 3 ☐ المخبار 4

	المخبار	زمن الوصول
☐	1	$0.2\ s$
☐	2	$0.3\ s$
☐	3	$0.6\ s$
☐	4	$1\ s$

(١٨) أرضية من الخشب المصقول مغطاة بطبقة من سائل لزج سُمكها $2\ mm$ ينزلق عليها لوح مستطيل مساحته $0.12\ m^2$ بسرعة $0.75\ m/s$ عند التأثير عليه بقوة مماسية $126\ N$, فإن مُعامل لزوجة السائل يساوي $N.s/m^2$ ....

☐ 1.6 ☐ 1.8 ☐ 2.4 ☐ 2.8

(١٩) لوح مساحته $225\ cm^2$ تؤثر عليه قوة مماسية $4.5\ N$ لينزلق على لوح آخر ساكن بينهما طبقة من سائل معامل لزوجته $0.8\ N.s/m^2$ وسمكها $2.2\ mm$, فتكون سرعة تحرك اللوح m/s ....

☐ 0.35 ☐ 0.75 ☐ 0.55 ☐ 0.95

(٢٠) تؤثر قوة مماسية على لوح البلاستيك مساحته $240\ cm^2$ لينزلق بسرعة $0.4\ m/s$ على لوح آخر ساكن بينهما طبقة من سائل سُمكها $5\ mm$ فإذا علمت أن مُعامل لزوجة السائل $2.1\ N.s/m^2$, فإن القوة المماسية المؤثرة على لوح البلاستيك تساوي تقريبًا ....

☐ $3\ N$ ☐ $4\ N$ ☐ $6\ N$ ☐ $9\ N$

(٢١) طبقة من سائل لزج سُمكها $3\ cm$ ومُعامل لزوجتها $1.2\ kg/m.s$ موضوعة بين لوحين مستويين أفقيين ومتوازيين, فإذا أثّرت قوّة مقدارها $1.6\ N$ على اللوح العلوي تحرك بسرعة $1\ m/s$, فإن مساحة اللوح العلوي تساوي ....

☐ $200\ cm^2$ ☐ $300\ cm^2$ ☐ $0.04\ cm^2$ ☐ $0.05\ cm^2$

(٢٢) عند انخفاض درجة حرارة سائل فإن مُعامل لزوجته ....

☐ يزداد. ☐ يقل.
☐ لا يتغير. ☐ لا يمكن تحديد الإجابة إلا بمعرفة نوع السائل.

(٢٣) في السرعات الصغيرة نسبيًا أو المتوسطة تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته ....

- ☐ طرديًا مع مربع سرعة المركبة.
- ☐ طرديًا مع سرعة المركبة.
- ☐ عكسيًا مع مربع سرعة المركبة.
- ☐ عكسيًا مع سرعة المركبة.

(٢٤) في السرعات الكبيرة للسيارة تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته ....

- ☐ طرديًا مع سرعة السيارة.
- ☐ عكسيًا مع سرعة السيارة.
- ☐ طرديًا مع مربع سرعة السيارة.
- ☐ عكسيًا مع مربع سرعة السيارة.

(٢٥) إذا رفعت درجة حرارة سائل لزج، فإن ....

	انسياب السائل	مقاومة السائل لحركة الأجسام خلاله
☐	يزداد	تزداد
☐	يقل	تزداد
☐	يزداد	تقل
☐	يقل	تقل

(٢٦) تقل كمية تحرك جسم صلب عند الحركة في الماء عنه في الهواء إذا كانت سرعته الابتدائية واحدة في الحالتين لأن ....

- ☐ لزوجة الماء أكبر من لزوجة الهواء.
- ☐ لزوجة الماء أقل من لزوجة الهواء.
- ☐ لزوجة الماء تساوي لزوجة الهواء.
- ☐ كثافة الماء أقل من كثافة الهواء.

(٢٧) النسبة بين مُعامل لزوجة الهواء فوق القطبين إلى مُعامل لزوجة الهواء عند خط الاستواء تكون ....

- ☐ أكبر من الواحد.
- ☐ أقل من الواحد.
- ☐ تساوي الواحد.
- ☐ منعدمة.

الفصـــل

الخامس

خواص الموائع الساكنـــة



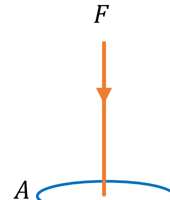
الضغط

- إذا أثرت قوّة (F) على سطح مساحته (A) ينتج ضغط (P) على هذه المساحة.
- الضغط عند نقطة:

هو مقدار القوّة المتوسطة المؤثرة عموديًا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة.

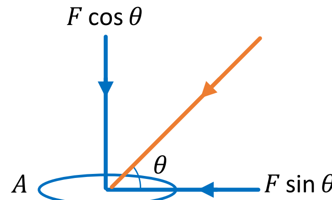
- يمكن تعيين الضغط عند نقطة بثلاث طرق فإذا كانت القوة:

(1) عمودية على السطح



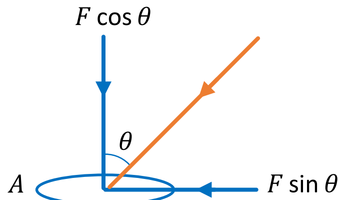
$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

(2) تصنع زاوية θ مع السطح



$$P = \frac{F\sin\theta}{A}$$

(3) تصنع زاوية θ مع العمودي على السطح

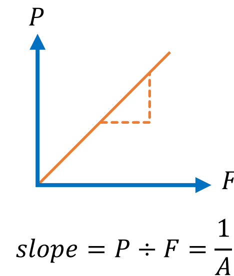


$$P = \frac{F\cos\theta}{A}$$

- نظرًا لأن القوة (F) مقدرة بالنيوتن (N) والمساحة (A) مقدرة بالمتر المربع (m^2) فإن وحدة قياس الضغط هي: نيوتن/م² (N/m^2) وهي تكافئ $Kg.m^{-1}.s^{-2} = J/m^3$

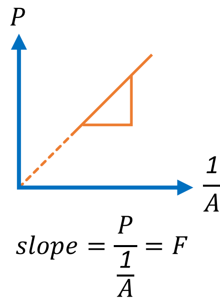
- يتوقف الضغط عند نقطة على:

(1) القوة المتوسطة المؤثرة عموديًا (علاقة طردية)



$$slope = P \div F = \frac{1}{A}$$

(2) المساحة المحيطة بتلك النقطة (علاقة عكسية)



$$slope = \frac{P}{\frac{1}{A}} = F$$

لاحظ

الضغط الناتج عن كعب حذاء مدبب لفتاة قد يكون أكبر من الضغط الناتج عن قدم فيل على الأرض لأنه تبعًا للعلاقة $P = F \div A$ يتناسب الضغط عكسيًا مع المساحة فعندما تؤثر قوة صغيرة (وزن الفتاة) على مساحة صغيرة جدًا ينتج ضغط كبير، أما في حالة الفيل فإن قوة كبيرة (وزن الفيل) تؤثر على مساحة كبيرة فينتج ضغط أقل.



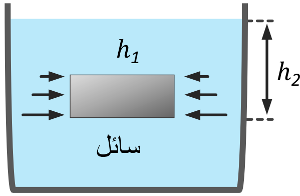
إبرة الخياطة لها أسنة مدببة لأن الضغط يتناسب عكسيًا مع المساحة فعندما يكون السن مدبب (أقل مساحة) يتولد أكبر ضغط وتخترق الإبرة النسيج بسهولة.



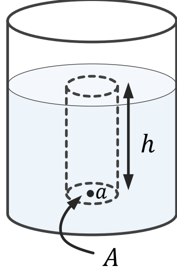
تُستخدم إطارات عريضة في سيارات النقل الثقيل (تسير الدبابات على حصيرة عريضة من الجنازير) لأن الضغط يتناسب عكسيًا عن وزن السيارة على الطريق فلا تغوص في العجلات في الطرق الرملية.



الضغط عند نقطة في باطن سائل



- عند دفع قطعة فلين تحت سطح الماء ثم تركها فإن قطعة الفلين ترتفع إلى سطح الماء مرة أخرى ويرجع ذلك إلى أن الماء يدفع قطعة الفلين المغمورة بقوة إلى أعلى, هذه القوة تنشأ عن فرق ضغط الماء على السطحين العلوي والسفلي لقطعة الفلين.

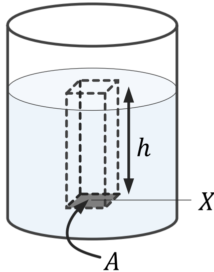


- عند وضع سائل في إناء كما بالشكل, فإن:
-

كل نقطة في باطن السائل (مثل النقطة a) يؤثر عليها وزن عمود السائل الذي ارتفاعه من النقطة حتى سطح السائل (h) ومساحة قاعدته A, فيكون للسائل ضغط عند هذه النقطة.

الضغط عند نقطة في باطن سائل: **يقدر بوزن عمود السائل الذي قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد العمودي بين تلك النقطة وسطح السائل.**

استنتاج قيمة الضغط عند نقطة في باطن سائل



(1) نفرض أن لدينا لوح أفقي (X) مساحته (A) على عمق (h) تحت سطح سائل كثافته (ρ). يعمل هذا اللوح كقاعدة لعمود من السائل.

(2) القوة التي يؤثر بها السائل على اللوح X تساوي وزن عمود من السائل ارتفاعه h ومساحة مقطعه A.

(3) حيث أن السائل غير قابل للانضغاط فإن القوة الناتجة عن ضغط السائل لابد أن تتزن مع وزن عمود السائل الذي ارتفاعه h.

$$\therefore F_g = mg$$

وبما أن كتلة السائل $(m) = \rho V_{ol}$

$$\therefore F_g = \rho V_{ol}\, g$$

وبما أن حجم هذا السائل $(V_{ol}) = Ah$

$$\therefore F_g = \rho A h g$$

(4) ضغط السائل P على اللوح يتعين من العلاقة:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho A h g}{A}$$

(5) وبما أن السطح الخالص للسائل يتعرض للضغط الجوي P_a يكون الضغط الكلي (المطلق):

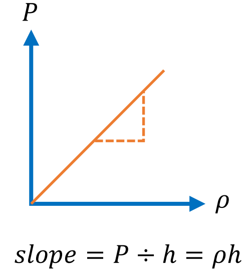
$$P = P_a + \rho g h$$

العوامل التي يتوقف عليها الضغط عند نقطة في باطن سائل

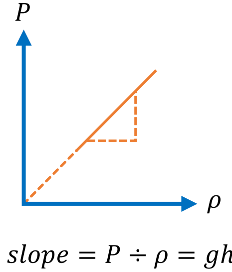
(1) عمق النقطة تحت سطح السائل (علاقة طردية).

(2) كثافة السائل (علاقة طردية).

(3) عجلة الجاذبية (علاقة طردية)، فقيمة g تتغيّر من مكان لآخر تغيّر طفيف.



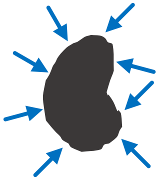
$slope = P \div h = \rho h$



$slope = P \div \rho = gh$

لاحظ

(1) الضغط كمية قياسية.



(2) الضغط عند نقطة في باطن سائل يؤثر في جميع الاتجاهات بالتساوي، فإذا كان الضغط عند نقطةٍ ما يساوي (P) فإن الضغط في أي اتجاه من النقطة يساوي (P).

(3) ضغط السائل دائمًا يؤثر في الاتجاه العمودي على السطح (الجدار أو أي سطح موجود في السائل).

(4) عند أي نقطة في باطن سائل يمكن أن يؤثر الضغط في أي اتجاه، واتجاه القوة على سطح معين يكون عموديًا على السطح.

(5) يحفظ الضغط داخل الطائرات والغواصات بحيث يكون مساويًا للضغط الجوي.

العلاقة البيانية بين ضغط السائل عند نقطة (P) وعمق النقطة (h)

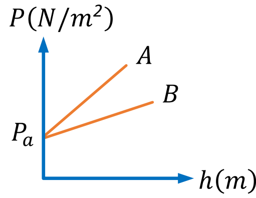
إذا كان سطح السائل:

(1) معرّض للهواء: يتأثر بالضغط الجوي الذي ينشأ عن وزن عمود الهواء المؤثر على سطح السائل.

(2) غير معرّض للهواء: لا يتأثر بالضغط الجوي.

الإناء مغلق	الإناء مفتوح
$P(N/m^2)$ — $h(m)$	$P(N/m^2)$ — P_a — $h(m)$
كلما زاد العمق زاد الضغط وعندما يكون $(\mathbf{h = 0})$ النقطة عند السقطح يكون $(\boldsymbol{P = 0})$ لذلك يبدأ المنحنى من نقطة الأصل	كلما زاد العمق زاد الضغط وعندما يكون $(\mathbf{h = 0})$ فإن النقطة عند السطح يكون $(\boldsymbol{P = P_a})$ لذلك يبدأ المنحنى من قيمة $\boldsymbol{P_a} =$.
يزيد $(\boldsymbol{P})$ بزيادة العمق $(\boldsymbol{h})$ والمنحنى خط مستقيم يمر بنقطة الأصل وهذا يدل على أن التناسب طردي.	يزيد $(\boldsymbol{P})$ بزيادة العمق $(\boldsymbol{h})$ ويبدأ من قيمة $(\boldsymbol{P_a})$.

أمثلة



(1) الرسم البياني المقابل يمثل العلاقة بين الضغط عند نقطة في باطن سائل وعمق النقطة عن السطح السائل لسائلين مختلفين A, B

(1) ماذا تمثل النقطة C؟

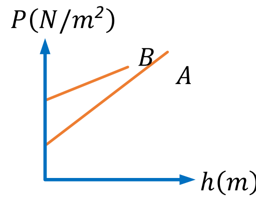
(2) أي السائلين أكبر كثافة؟ ولماذا؟

الحل

(1) النقطة C تمثل الضغط الجوي (P_a).

(2) كثافة السائل A أكبر من كثافة السائل B لأن ميل الخط المستقيم للسائل A أكبر من ميل الخط المستقيم للسائل B.

****



(2) الرسم البياني المقابل يمثل العلاقة بين الضغط (P) وعمق السائل (h) في مخبارين بهما سائلين مختلفين في الكثافة A, B

(1) أي المخبارين مغلق وأيهما مفتوح؟ ولماذا؟

(2) أي السائلين أكبر كثافة ولماذا؟

الحل

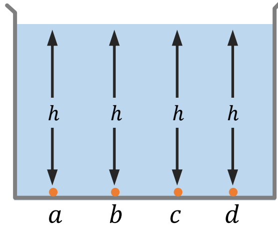
(1) المخبار A مغلق لأن الخط المستقيم يمر بنقطة الأصل.

المخبار B مفتوح لأن الخط المستقيم B يقطع جزء من محور الصادات يساوي وجود الضغط الجوي.

(2) السائل A أكبر كثافة من السائل B لأن ميل الخط المستقيم للسائل A أكبر من ميل الخط المستقيم للسائل B

تطبيقات على الضغط في السوائل المتجانسة

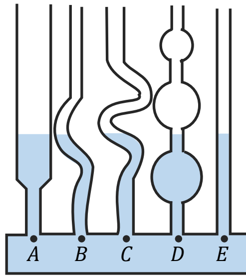
(1) تساوي الضغط عند جميع النقاط التي تقع في مستوى أفقي واحد في سائل متجانس:



- نظرًا لأن جميع النقط على عمق واحد من سطح السائل.
- نظرًا لأن السائل متجانس أي أن كثافته متساوي عند جميع النقط فإن الضغط يكون متساويًا عند جميع النقط الواقعة في مستوى أفقي واحد في السائل المتجانس.

تطبيق: مستوى سطح الماء يكون ثابتًا في المحيطات والبحار المفتوحة.

(2) الأواني المستطرقة



- إذا وصلت عدة أواني مختلفة الشكل والسعة (مختلفة الأشكال الهندسية) بأنبوبة أفقية ثم صبّ سائل في أحد هذه الأواني فإن:

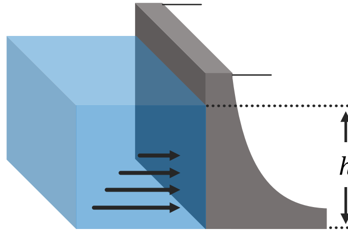
(1) $P_A = P_B = P_C = P_D = P_E$

(2) يرتفع السائل في باقي الأواني ويكون ارتفاع السائل متساويًا في جميع الأواني كما في الشكل المقابل بشرط.

- أن تكون قاعدة الأواني في مستوى أفقي.
- ألا تحتوي هذه المجموعة على أنبوبة شعرية.

تطبيق: تُبنى خزانات المياه في أعلى مكان في المدينة لأنه طبقًا لنظرية الأواني المستطرقة فإن سطح الماء سيرتفع في مواسير المياه الرأسية التي تغذي المنازل إلى نفس مستوى سطح الماء في الخزانات فتصل المياه إلى الأدوار العليا.

(3) زيادة سُمك السد عند قاعدته



- كلما زاد عمق الماء زاد ضغطه فلابد من زيادة سُمك السد عند قاعدته حتى يتحمّل الضغط المتزايد عند زيادة العمق.

تطبيق: تُبنى السدود بحيث تكون أكثر سُمكًا عند القاعدة حتى تتحمل الزيادة في الضغط الناتجة عن زيادة عمق الماء.

إرشادات حلّ المسائل

(1) لحساب أكبر ضغط لمتوازي مستطيلات يوضع على الوجه الذي له أقل مساحة $(P = F \div A_{\text{أقل مساحة}})$.

(2) لحساب أقل ضغط لمتوازي مستطيلات يوضع على الوجه الذي له أكبر مساحة $(P = F \div A_{\text{أكبر مساحة}})$.

(3) لحساب فرق الضغط بين نقطتين فإننا نحسب ضغط السائل الموجود بين النقطتين من العلاقة: $\Delta P = \rho g h$

(4) في إطار السيارة يكون ضغط الهواء المحبوس بداخل الإطار (P) أكبر من ضغط الهواء خارج الإطار (P_a) ويكون:

$$\Delta P = P - P_a$$

(5) في الغواصة يكون ضغط الهواء المحبوس داخل الغواصة (P_a) أقل من الضغط خارج الإطار (P) ويكون:

$$\Delta P = (P_a + \rho gh) - P_a = \rho gh$$
$$\Delta F = P.A = \rho gh.A$$

(6) ترتكز السيارة على أربعة إطارات متماثلة فيتوزع وزنها بالتساوي على الإطارات الأربعة.

(7) في جسم الإنسان لحساب الضغط عند نقطة:

أ) في الرأس: $P = P_{(\text{قلب})} - \rho gh$، h المسافة بين القلب والرأس.

ب) في القدم: $P = P_{(\text{قلب})} + \rho gh$، h المسافة بين القلب والقدم.

(8) عند وضع سائلان لا يمتزجان في إناء فإن:

أ) الضغط عند نقطة على سطح السائل: $P = P_a$

ب) الضغط عند نقطة من السائل عند السطح الفاصل: $P = P_a + \rho_1 gh_1$

ج) الضغط عند نقطة من السائل في قاع الإناء: $P = P_a + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2$

(9) الحالات التي لا يُضاف الضغط الجوي فيها عند إيجاد الضغط عند نقطة في باطن سائل:

أ) إذا كان المطلوب ضغط السائل فقط.

ب) إذا كان الإناء الذي يحتوي على السائل مغلق (سطح السائل غير معرّض للهواء).

ج) إذا كان المطلوب حساب فرق الضغط.

د) في حالة الغواصة يكون الضغط داخل الغواصة يعادل الضغط الجوي وبذلك يكون الضغط الواقع عليها هو ضغط السائل فقط.

(10) لحساب الضغط على جانب رأسي موضوع في سائل:

فإننا نقيس العمق من سطح السائل إلى منتصف اللوح الرأسي.

(11) لحساب الشغل المبذول لدفع حجم معيّن من سائل في أنبوبة فرق الضغط بين طرفيها (ΔP):

$$W = Fd = \Delta P\ \Delta d = \Delta P V_{ol}$$

مسائل محلولة

(1) متوازي مستطيلات صلب أبعاده $(5\ cm, 10\ cm, 20\ cm)$ كثافة مادته $5000\ kg/m^3$ فإذا وضع على سطح مستوى أفقي، احسب أكبر وأقل ضغط للمتوازي. $(g = 10\ m/s^2)$

الحل

لحساب أكبر ضغط للمتوازي يوضع المتوازي على الوجه الأقل مساحةً $(5\ cm \times 10\ cm)$.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho_s g V_{ol}}{A} = \frac{5000 \times 10 \times (20 \times 10 \times 5 \times 10^{-6})}{5 \times 10 \times 10^{-4}} = 10^4\ N/m^2$$

لحساب أقل ضغط للمتوازي يوضع المتوازي على الوجه الأكبر مساحةً $(20\ cm \times 10\ cm)$.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho_s g V_{ol}}{A} = \frac{5000 \times 10 \times (20 \times 10 \times 5 \times 10^{-6})}{20 \times 10 \times 10^{-4}} = 2500\ N/m^2$$

****

(2) فرق ضغط قدره $3.039 \times 10^5\ N/m^2$ مطلوبة لإطار سيارة فإذا كان الضغط الجوي $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ احسب قيمة ضغط الهواء داخل الإطار.

الحل

$$\Delta P = P - P_a$$
$$P = P_a + \Delta P = 1.013 \times 10^5 + 3.039 \times 10^5 = 4.052 \times 10^5\ N/m^2$$

****

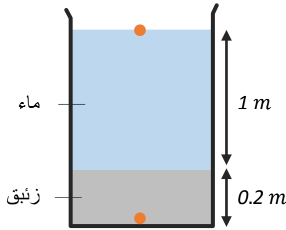
(3) غواصة تغوص إلى عمق $40\ m$ في ماء بحر كثافته $1030\ kg/m^3$ وكان الضغط داخلها يساوي الضغط الجوي. ما قيمة القوة الكلية المؤثرة على باب قمرتها إذا كان قطره $80\ cm$
علمًا بأن: $(\pi = 22 \div 7, g = 9.8\ m/s^2)$

الحل

$$F = p\ g\ h . A = p\ g\ h\ . \pi r^2 = 1030 \times 9.8 \times 40 \times \frac{22}{7} \times (40)^2 \times 10^{-4} = 203033.6\ N$$

****

(4) طبقة من الماء سُمكها واحد متر تطفو فوق طبقة من الزئبق سُمكها $0.2\ m$، ما الفرق في الضغط عند نقطتين إحداهما عند سطح الماء الخالص والأخرى عند قاع طبقة الزئبق علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ وكثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ وعجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$



الحل

$$P_{\text{عند قاع الزئبق}} = Pa + \rho_1\ g\ h + \rho_{2_{\text{ماء}}} g\ h_{2_{\text{زئبق}}}$$
$$P_{\text{عند سطح الماء}} = Pa$$
$$\Delta P = Pa + \rho_1 g\ h_1 + \rho_2\ g\ h_2 - Pa$$
$$= \rho_1\ g\ h_1 + \rho_2\ g\ h_2$$
$$= (1000 \times 9.8 \times 1) + (13600 \times 9.8 \times 0.2)$$
$$= 36456\ N/m^2$$

****

(5) إذا كان الضغط الجوي عند سطح ماء في بحيرة هو واحد ضغط جوي، ما عمق البحيرة إا كان الضغط عند قاعها 3 ضغط جوي علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ وأن الضغط الجوي يعادل $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ وعجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$

الحل

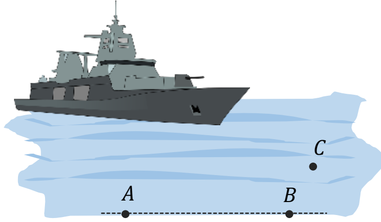
$$P = P_a + \rho\ g\ h$$
$$3 \times 1.013 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times h$$
$$3 \times 1.013 \times 10^5 - 1.013 \times 10^5 = 9800\ h$$
$$h = 202600 \div 9800 = 20.673\ m$$

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. إذا كان الضغط المؤثر على سطح الأرض والناشئ عن وقوف فتاة بكلتا قدميها هو $2.5 \times 10^5\ N/m^2$ فإن الضغط المؤثر على الأرض والناشئ عن وقوف نفس الفتاة على قدم واحد هو ....

ⓐ $7.5 \times 10^4\ N/m^2$ ⓑ $2.5 \times 10^5\ N/m^2$ ⓒ $5 \times 10^5\ N/m^2$ ⓓ $10^6\ N/m^2$

2. تطفو سفينة فوق سطح ماء بحر كما هو مبيّن بالشكل, فإذا كانت النقاط C, B, A تقع جميعها أسفل سطح البحر فإن ....



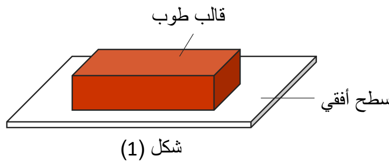
ⓐ $P_A < P_B < P_C$ ⓑ $P_A = P_B > P_C$
ⓒ $P_A = P_B = P_C$ ⓓ $P_A < P_B > P_C$

3. الشكل المقابل يوضح كرسي تم وضعه أرجله في أكواب مخصصة لحماية السجادة من التلف, أي من الاختيارات الآتية يوضح تأثير وضع الأكواب على كل من المساحة الملامسة للسجادة والضغط الواقع عليها؟

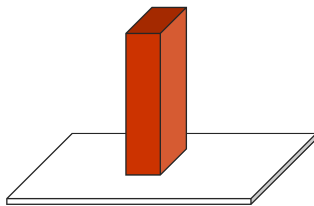


	مساحة التماس	الضغط
ⓐ	تقل	يقل
ⓑ	تقل	يزداد
ⓒ	تزداد	يقل
ⓓ	تزداد	يزداد

4. قالب طوب موضوع أفقيًا على سطح أفقي كما بالشكل (1) فإذا تم تغيير وضعه ليصبح رأسيًا كما بالشكل (2), فأي من الاختيارات التالية يعبّر عن تأثير هذا التغيير على كل من القوة والضغط الذي يؤثر به القالب على مساحة التلامس؟



شكل (1)


شكل (2)

	مساحة التماس	الضغط
ⓐ	تقل	يقل
ⓑ	تقل	يزداد
ⓒ	تزداد	يقل
ⓓ	تزداد	يزداد

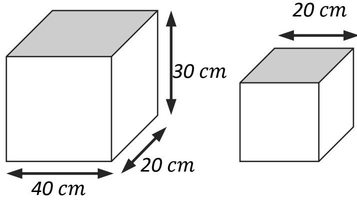
5. تحتوي غواصة على نوافذ دائرية الشكل قُطر كل منها $0.3\ m$, إذا كان أقصى ضغط خارجي يمكن أن تتحمله النافذة دون أن تنكسر $660\ kPa$ فإن أقل قوة خارجية تكفي لتحطيم النوافذ هي ....

ⓐ $40 \times 10^3\ N$ ⓑ $47 \times 10^3\ N$ ⓒ $90 \times 10^3\ N$ ⓓ $120 \times 10^3\ N$

6. شخص وزنه w يقف بكلتا قدميه على الأرض, فإذا كانت مساحة تلامس كل قدم مع الأرض A فإن الشخص يؤثر على الأرض بضغط يساوي ......

ⓐ $\frac{2\,w}{A}$ ⓑ $\frac{w}{A}$ ⓒ $\frac{w}{2\,A}$ ⓓ $\frac{w}{4\,A}$

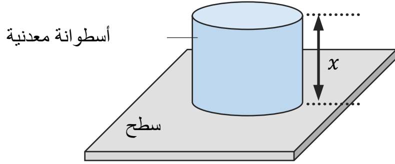
.7 في الشكل المقابل صندوقان مفتوحان ومتجاوران، الأول على شكل مكعب والثاني على شكل متوازي مستطيلات، فإن النسبة بين القوة الناشئة عن الضغط الجوي على قاعدة كل من الصندوقين من الداخل $\left(\frac{F_{(\text{مكعب})}}{F_{(\text{متوازي مستطيلات})}}\right)$ تساوي ......



ⓐ $\frac{1}{4}$ ⓑ $\frac{1}{2}$

ⓒ $\frac{1}{3}$ ⓓ $\frac{1}{1}$

.8 الشكل المقابل يوضح أسطوانة معدنية مصمتة ارتفاعها X ومساحة مقطعها A موضوعة على سطح أفقي، إذا كانت الأسطوانة تؤثر على السطح الملامس لها بضغط P فإن كثافة مادة الأسطوانة تساوي .... (علمًا بأن: عجلة الجاذبية الأرضية g)



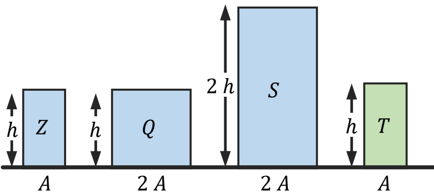
ⓐ $\frac{gX}{P}$ ⓑ $\frac{P}{gX}$

ⓒ $\frac{gX}{PA}$ ⓓ $\frac{PA}{gX}$

.9 يعتمد ضغط المياه عند قاع بحيرة السد العالي والمؤثر على جسم السد على .....

ⓐ طول السد ⓑ كثافة مادة السد ⓒ مساحة سطح المياه ⓓ عمق المياه

.10 الشكل المقابل يوضح كل من مساحة قاعدة وارتفاع مجموعة من الكتل موضوعة على مستوى أفقي، فإذا كانت الكتل S, Q, Z مصنوعة من نفس المادة وكثافة مادتها نصف كثافة مادة الكتلة T، فأي كتلتين من الكتل التالية يؤثر على المستوى بنفس الضغط؟



ⓐ T, Z ⓑ T, Q

ⓒ S, Q ⓓ T, S

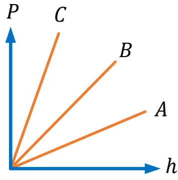
.11 الضغط عند نقطة في باطن سائل ساكن متجانس موضوع في إناء له جميع الخصائص التالية ما عدا أنه ....

ⓐ يؤثر في جميع الاتجاهات

ⓑ لا يعتمد على شكل الإناء الذي يحتويه

ⓒ يؤثر دائمًا بطريقة عمودية على سطح الإناء الذي يحتويه

ⓓ يعتمد على مساحة السطح المحيطة بتلك النقطة



12. الشكل المقابل يوضح العلاقة بين الضغط (P) عند نقطة في باطن سائل موضوع في إناء مغلق والبُعد الرأسي (h) بين موضع النقطة وسطح السائل لثلاث سوائل C, B, A فإن ......

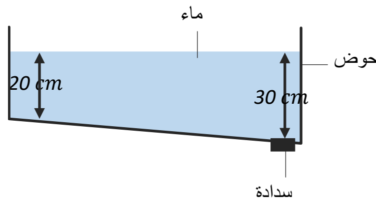
ⓐ $\rho_C < \rho_B < \rho_A$ ⓑ $\rho_C > \rho_B > \rho_A$

ⓒ $\rho_C < \rho_A < \rho_B$ ⓓ $\rho_A = \rho_B = \rho_C$

13. يعد خندق ماريانا أعمق خندق مائي في العالم حيث يصل عمقه إلى $11\ km$ تقريبًا ويوجد في المحيط الهادي، فإذا علمت أن متوسط كثافة مياهه $1020\ kg/m^3$ فإن الضغط الناشئ عن الماء عند هذا العمق يساوي تقريبًا .... $(g = 9.8\ m/s)$

ⓐ $1.8 \times 10^5\ Pascal$ ⓑ $2.2 \times 10^6\ Pascal$

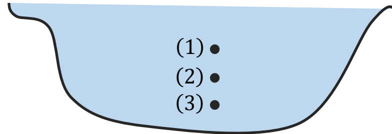
ⓒ $2.9 \times 10^7\ Pascal$ ⓓ $1.1 \times 10^8\ Pascal$



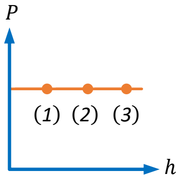
14. الشكل المقابل يوضح حوض به ماء كثافته $1000\ kg/m^3$ يتراوح عمقه ما بين $20\ cm$ و $30\ cm$، فيكون ضغط الماء المؤثر على شدادة موضوعة أسفل الحوض عند العمق $30\ cm$ هو ...... علمًا بأن: $g = 9.8\ m/s^2$

ⓐ $1960\ Pascal$ ⓑ $2450\ Pascal$

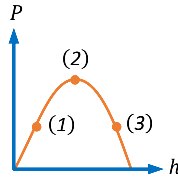
ⓒ $2940\ Pascal$ ⓓ $4900\ Pascal$



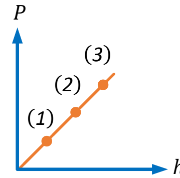
15. الشكل المقابل يوضح بحيرة بها ماء، فإن الرسم البياني المعبر عن العلاقة بين ضغط الماء (P) عند النقاط $3, 2, 1$ وعمق تلك النقاط (h) من سطح الماء هو ......



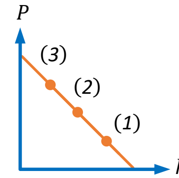
ⓓ



ⓒ

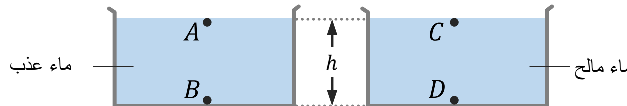


ⓑ



ⓐ

16. الشكل التالي يوضح إناءين يحتوي أحدهما على ماء عذب والآخر على ماء مالح، إذا علمت أن كثافة الماء المالح أكبر من كثافة الماء العذب فإن أكبر ضغط يكون عند النقطة ....



ⓐ A ⓑ B ⓒ C ⓓ D

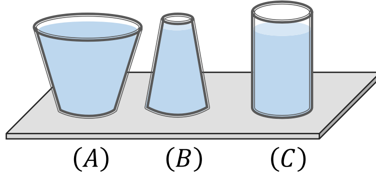
17. لوحة رقيقة مساحة سطحها $0.036\ m^2$ موضوعة أفقيًا أسفل سطح سائل كثافته $930\ kg/m^3$، إذا كانت القوة المؤثرة على السطح العلوي للوحة نتيجة لضغط السائل $290\ N$ فإن عمق اللوحة أسفل سطح السائل يساوي .... (علمًا بأن: $g = 9.8\ m/s^2$)

ⓐ $0.88\ m$ ⓑ $1.1\ m$ ⓒ $1.8\ m$ ⓓ $8.7\ m$

18. خزان يحتوي على زيت ضغطه $6.75 \times 10^4\ N/m^2$, $4.5 \times 10^4\ N/m^2$ على ارتفاع $7.5\ m, 5\ m$ من قاع الخزان على الترتيب, فإن كثافة الزيت تساوي .... (علمًا بأن: $g = 10\ m/s^2$)

ⓐ $750\ kg/m^3$ ⓑ $800\ kg/m^3$ ⓒ $850\ kg/m^3$ ⓓ $900\ kg/m^3$

19. الشكل المقابل يوضح ثلاثة أوعية ذات أشكال مختلفة موضوعة فوق سطح أفقي ومملوءة لنفس المستوى بالماء وجميعها لها نفس مساحة القاعدة, أي العبارات التالية صحيح؟



ⓐ الضغط عند سطح الماء في الوعاء A يمثل أكبر ضغط لكبر مساحة مقطع الوعاء.

ⓑ الضغط الناتج عند قاعدة الوعاء A يمثل أكبر ضغط لاحتواء الوعاء على أكبر قدر من الماء.

ⓒ الضغط الناتج عند قاعدة كل من الأوعية الثلاثة متساوٍ.

ⓓ الضغط المؤثر على جانب الوعاء A عند عمق معين أكبر من الضغط المؤثر على جانبي كل من الوعائين الآخرين عند نفس العمق

20. حوض أسماك على شكل متوازي مستطيلات موضوع أفقيًا أبعاد قاعدته $80\ cm, 50\ cm$ وارتفاعه $40\ cm$ صب به ماء حتى صار ارتفاع الماء به $30\ cm$, فإن القوة الناتجة عن ضغط الماء والمؤثرة على قاع الحوض تساوي .....

(علمًا بأن: $g = 9.8\ m/s^2, \rho_{(\text{ماء})} = 1000\ kg/m^3$)

ⓐ $1881.6\ N$ ⓑ $1232.4\ N$ ⓒ $1024.6\ N$ ⓓ $1411.2\ N$

21. إذا كان الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر $100\ Pa$ وكثافة ماء البحر $1020\ kg/m^3$ فعلى أي عمق من مستوى سطح البحر يكون الضغط الكلي $110\ Pa$؟ $(g = 9.8\ m/s^2)$

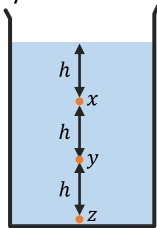
ⓐ $1\ m$ ⓑ $9.8\ m$ ⓒ $10\ m$ ⓓ $11\ m$

22. خزّان على شكل مكعب مفتوح من أعلى طول ضلعه $100\ cm$ صب فيه ماء إلى ارتفاع $20\ cm$ ثم أضيف إليه زيت حتى أصبح سطح الزيت على ارتفاع $80\ cm$ من قاعدة الإناء, فإن فرق الضغط بين نقطتين إحداهما عند السطح الفاصل بين الماء والزيت والآخر عند سطح الزيت يساوي ....

(علمًا بأن: $g = 10\ m/s^2, Pa = 1.013 \times 10^5\ N/m^2, \rho_{(\text{زيت})} = 900\ kg/m^3$)

ⓐ $2 \times 10^3\ N/m^2$ ⓑ $5.4 \times 10^3\ N/m^2$ ⓒ $7.4 \times 10^3\ N/m^2$ ⓓ $9.2 \times 10^3\ N/m^2$

23. الشكل المقابل يوضح إناء موضوع به سائل معرّض للضغط الجوي, فإذا كان الضغط الكلي المؤثر عن النقطة x هو $1.5\ atm$ فإن النسبة بين الضغط الكلي عند النقطة z, y تساوي ....



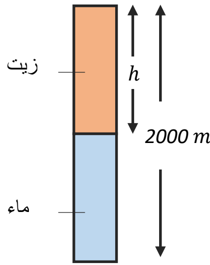
ⓐ $\frac{2}{5}$ ⓑ $\frac{2}{3}$

ⓒ $\frac{3}{2}$ ⓓ $\frac{4}{5}$

.24 خزانـان مفتوحـان الأول يحتـوي علـى سـائل كثافتـه $800\ kg/m^3$ والثـاني يحتـوي علـى سـائل كثافتـه $1200\ kg/m^3$, فأي الاختيارات التالية يمثل عمـق السائل فـي كل خـزان والـذي عنـده يتساوى ضغط السائلين

	عمق السائل الأول في الخزان	عمق السائل الثاني في الخزان
ⓐ	$8\ m$	$20\ m$
ⓑ	$10\ m$	$15\ m$
ⓒ	$15\ m$	$10\ m$
ⓓ	$20\ m$	$8\ m$

.25 الشكل المقابل يوضح ارتفاع كل من الماء وزيت البترول في بئر عمقه $2000\ m$, إذا كان ضغط السائلين على قاع البئر $17.5\ Mpascal$ وكثافة كل من الماء والزيت على الترتيب $1000\ kg/m^3, 830\ kg/m^3$ فإن طول عمود الزيت (h) يساوي تقريبًا .... $(g = 10\ m/s^2)$

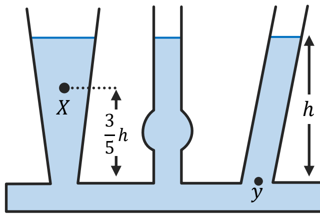


ⓐ $907\ m$ ⓑ $1000\ m$
ⓒ $1091\ m$ ⓓ $1471\ m$

.26 خزان ارتفاعه $120\ cm$ مملوء بالكامل بماء كثافته $10^3\ kg/m^3$, فإذا تـم إخـراج ثلثـي حجـم المـاء مـن الخزان ثم صب حجمين متساويين من سائلين غير قـابلين للامتـزاج أو التفاعـل مـع بعضـهما ولا مـع المـاء حتى امتلاء الخزان مرة أخرى وكانت الكثافة النسبية للسائلين 1.2, 0.8 فإن نسبة التغيّر في الضغط عند قاعدة الخزان تساوي .... $(g = 9.8\ m/s^2)$

ⓐ 0% ⓑ 5% ⓒ 10% ⓓ 20%

.27 الشـكل المقابل يوضـح أواني مسـتطرقة موضـوعة بها سـائل كثافته ρ, فإذا كان ضـغط السـائل عند النقطة y هو P فإن ضـغط السائل عند النقطة x يساوي ....



ⓐ $\frac{2P}{3}$ ⓑ $\frac{P}{3}$
ⓒ $\frac{3P}{5}$ ⓓ $\frac{2P}{5}$

.28 يكون الضغط عند نقطة نصف القيمة العظمـى عندما ....

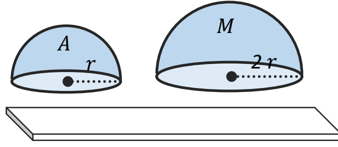
ⓐ القوة عمودية علـى السطح
ⓑ القوة مائلة علـى السطح بزاوية 30°
ⓒ القوة مماسية للسطح

.29 يكون الضغط عند نقطة قيمة عظمـى عندما يكون .....

ⓐ القوة عمودية علـى السطح
ⓑ القوة مائلة علـى السطح بزاوية 30°
ⓒ القوة مماسية للسطح

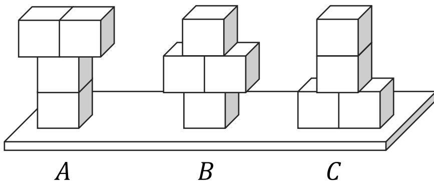
30. يكون الضغط عند نقطة منعدم عندما ......

ⓐ القوة عمودية على السطح
ⓑ القوة مائلة على السطح بزاوية $30°$
ⓒ القوة مماسية للسطح



31. الشكل المقابل يوضح نصفي كرتين مصمتين $(M),(A)$ من نفس المادة وضعتا على سطح أفقي، تكون النسبة بين الضغط الذي تسببه كل منهما على السطح $\left(\frac{P_A}{P_M}\right)$ هي ....

ⓐ $\frac{1}{2}$ ⓑ $\frac{2}{1}$
ⓒ $\frac{1}{4}$ ⓓ $\frac{4}{1}$

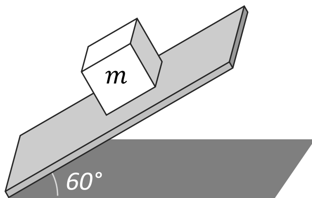


32. الشكل المقابل يوضح ثلاث مسامير متماثلة فيما عدا وَضع الصامولة وضعت على سطح أفقي كما بالشكل، أي صفوف الجدول التالي تعبر عن كل من القوة والضغط الواقعين على السطح؟

	القوة (F)	الضغط (P)
ⓐ	$F_A = F_M = F_N$	$P_A < P_M < P_N$
ⓑ	$F_A > F_M > F_N$	$P_A > P_M > P_N$
ⓒ	$F_A = F_M = F_N$	$P_A = P_M > P_N$
ⓓ	$F_A = F_M < F_N$	$P_A = P_M < P_N$

33. يؤثر الضغط عند نقطة في باطن سائل ....

ⓐ إلى أعلى ⓑ إلى أسفل ⓒ في جمع الاتجاهات



34. في الشكل المقابل مكعب طول ضلعه $10\ cm$، مصنوع من مادة كثافتها $5000\ kg/m^3$، المكعب موضوع على مستوى يميل على الأفقي بزاوية $60°$ فإن الضغط الذي يؤثر به المكعب على السطح يساوي ....

ⓐ $2500\ N/m^2$ ⓑ $5000\ N/m^2$
ⓒ $10^4\ N/m^2$ ⓓ $2.5 \times 10^4\ N/m^2$

35. ضغط المياه الموجودة عند قاع بحيرة السد العالي المؤثر على جسم السد يعتمد على ......

ⓐ مساحة سطح المياه ⓑ طول السد ⓒ عمق المياه ⓓ كثافة مادة الحائط

36. العوامل التالية تؤثر على الضغط عند نقطة في باطن سائل ساكن ما عدا ....

ⓐ كثافة السائل ⓑ مساحة مقطع الإناء ⓒ الضغط الجوي ⓓ ارتفاع السائل في الإناء

.37 الضغط عند نقطة على عمق h من سطح الماء .... الضغط عند نقطة على نفس العمق من سطح الزئبق.

ⓐ أقل من ⓑ أكبر من ⓒ يساوي ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

.38 النسبة بين ميل الخط المستقيم للعلاقة بين h, p لإناء مقفل إلى ميل الخط المستقيم للعلاقة بين h, p لإناء مفتوح لنفس السائل .... واحد.

ⓐ أقل من ⓑ أكبر من ⓒ يساوي ⓓ لا توجد علاقة بينهم

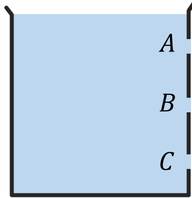
.39 الضغط الجوي يساوي $100\ kP_a$، ما القوة التي يبذلها الجو على سطح مستطيل الشكل أبعاده $0.4\ m, 0.5\ m$؟

ⓐ $250\ kN$ ⓑ $200\ kN$ ⓒ $111\ kN$ ⓓ $20\ kN$

.40 على عمق في باطن سائل يؤثر الضغط ....

ⓐ لأسفل فقط وكذلك قوة السائل
ⓑ في جميع الجهات وكذلك قوة السائل
ⓒ في جميع الجهات وتؤثر قوة السائل لأسفل
ⓓ لأسفل فقط وتؤثر قوة السائل في جميع الجهات

.41 في الشكل المقابل إناء به سائل متجانس، أي الفتحات يخرج منها الماء لمسافة أطول من قاعدة الإناء؟



ⓐ A ⓑ B
ⓒ C ⓓ D

.42 الضغط الذي يؤثر به مكعب من الحديد على طاولة .... الضغط الذي تؤثر به كرة من الحديد لها نفس الكتلة على فس الطاولة.

ⓐ أقل من ⓑ أكبر من ⓒ يساوي

.43 الفرق بين نقطتين عند السطح الفاصل بين عدة سوائل في إناء فوق بعضها يساوي ......

ⓐ الفرق بين ضغوط السوائل بين النقطتين
ⓑ مجموع ضغوط السوائل بين هاتين النقطتين
ⓒ الفرق بين ضغوط السوائل والضغط الجوي
ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

.44 عند زيادة مساحة مقطع باب قمرة الغواصة عندما تكون في قاع بحيرة فإن ....

ⓐ الضغط الواقع عليها يقل والقوة المؤثرة على باب قمرتها تزداد
ⓑ الضغط الواقع عليها يزداد والقوة المؤثرة على باب قمرتها تقل
ⓒ لا يتغيّر الضغط الواقع عليها وتقل القوة المؤثرة على باب قمرتها
ⓓ لا يتغيّر الضغط الواقع عليها ولا تتغيّر القوة المؤثرة على باب قمرتها

ثانيًا: الأسئلة المقالية

1. يجلس رجل على كرسي بأربعة أرجل دون أن تلامس قدماه الأرض، فإذا كانت كتلة الرجل والكرسي معًا $95\ kg$ وكانت أرجل الكرسي دائرية الشكل ونصف قطر نهاية كل منها $5\ cm$ فما الضغط الذي تؤثر به كل رجل من أرجل الكرسي على الأرض؟ $(g = 9.8\ m/s^2)$

$(2.96 \times 10^6\ Pascal)$

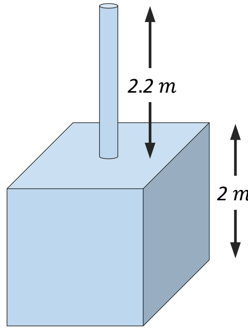
....

....

....

....

2. في الشكل المقابل خزان ماء مكعب الشكل مثبت بسطحه العلوي أنبوبة مغلقة من أعلى مساحة مقطعها $20\ cm^2$, احسب القوة التي يؤثر بها الماء على:



(a) قاع الخزان.

(b) أي جانب رأسي للخزان.

(علمًا بأن: $\rho_w = 10^3\ kg/m^3, g = 9.8\ m/s^2$)

$(1.65 \times 10^5\ N, 1.25 \times 10^5\ N)$

....

....

....

3. مكعب طول ضلعه $5\ cm$ ومتوازي مستطيلات من نفس المادة أبعاده $2, 3, 5\ cm$ بيّن كيف يوضع متوازي المستطيلات حتى يسبب ضغط يساوي الضغط الناتج عن المكعب على سطح ما.

(يوضع على القاعدة $2 \times 3\ cm$)

....

....

....

....

4. طبقة من الماء سُمكها $50\ cm$ تستقر فوق طبقة من الزئبق سُمكها $20\ cm$, ما الفرق في الضغط بين نقطتين إحداهما عند السطح الفاصل بين الماء والزئبق والأخرى عند قاع طبقة الزئبق. $(g = 10\ m/s^2)$

$(27200\ N/m^2)$

....

....

....

....

5. أوجد الضغط الكلي وكذلك القوى الضاغطة الكلية المؤثرة على قاع حوض به ماء مالح كثافته $1030\ kg/m^3$, إذا كانت مساحة مقطع الحوض $100\ cm^2$ وارتفاع الماء به واحد متر, وكان سطح الماء في الحوض معرضًا للهواء الجوي, وعجلة الجاذبية $10\ m/s^2$ والضغط الجوي $1.013 \times 10^5\ N/m^2$.

$(1.116 \times 10^5\ N/m^2 - 1.116 \times 10^4\ N)$

....

....

....

....

6. إذا أثرت قوة $15\ N$ على سطح مساحته $2\ cm^2$ بحيث يصنع اتجاه القوة زاوية مقدارها $30°$ مع العمودي على السطح, احسب الضغط المؤثر على السطح.

$(65 \times 10^3\ N/m^2)$

....

....

....

....

7. غواصة أفقية في أعماق البحر الضغط داخلها يعادل الضغط الجوي العادي عند مستوى سطح البحر, أوجد القوة المؤثرة على شباك من شبابيك الغواصة نصف قطره $21\ cm$ ومركزه على عمق $50\ m$ من سطح البحر إذا علمت أن كثافة ماء البحر $1030\ kg/m^3$. $g = 9.8\ m/s^2$

$(69951.42\ N - 504700\ N/m^2)$

....

....

....

....

8. أثناء الإعصار يكون ضغط الهواء $80\ kpascal$ حيث الضغط الجوي المعتاد $100\ kpascal$ فإذا مرّ هذا الإعصار فجأة بمنزل الضغط داخله يساوي الضغط الجوي المعتاد:

(a) ما سبب تدمير جدران المنزل؟

(b) احسب القوة المؤثرة على مساحة $3\ m \times 12\ m$ من حائط المنزل

(c) هل يتم تدمير المنزل بطريقة أقل إذا كانت النوافذ والأبواب مفتوحة؟ ولماذا؟

....

....

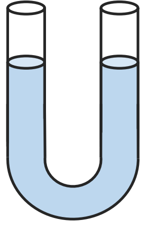
....

....

....

....

الأنبوبة ذات الشعبتين



الشكل: أنبوبة على شكل حرف U

فكرة العمل: تساوي الضغط عند جميع النقاط التي تقع في مستوى أفقي واحد في باطن سائل ساكن متجانس.

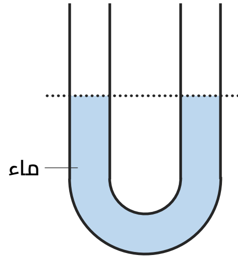
الاستخدام:

(1) المقارنة بين كثافتي سائلين.

(2) تعيين كثافة سائل بمعلومية كثافة سائل آخر.

(3) تعيين الكثافة النسبية لسائل.

تجربة عملية لتعيين كثافة الزيت بمعلومية كثافة الماء باستخدام أنبوبة ذات شعبتين:



(1) ثبّت الأنبوبة ذات الشعبتين في وضع رأسي.

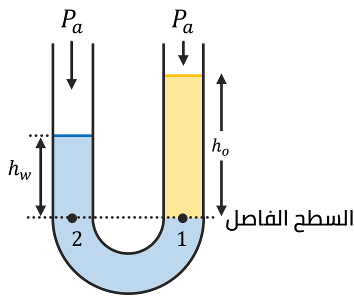
(2) ضع كمية مناسبة من الماء في الأنبوبة ذات الشعبتين فيصبح ارتفاع الماء في الفرعين متساويًا.

(3) صبّ الزيت ببطء في أحد الفرعين حتى يتكوّن سطح فاصل بينهما (السائلان لا يمتزجان).

(4) عند الاتزان قم بقياس ارتفاع الماء h_w وارتفاع الزيت h_o فوق مستوى السطح الفاصل.

(5) يمكن تعيين كثافة الزيت كالآتي:

الضغط عند النقطة (1) = الضغط عند النقطة (2) لأنهما في مستوى أفقي واحد



$$P_a + \rho_o g h_o = P_a + \rho_w g h_w$$
$$\rho_o h_o g = \rho_w h_w g$$
$$\rho_o h_o = \rho_w h_w$$

$$\frac{\rho_o}{\rho_w} = \frac{h_w}{h_o}$$

وبمعلومية كثافة الماء يمكن تعيين كثافة الزيت:

$$\rho = \frac{\rho_w h_w}{h_o}$$

لاحظ

(1) يتساوى ارتفاع السائل في فرعي الأنبوبة ذات الشعبتين مهما اختلف قطراهما لأن ارتفاع السائل في فرعي الأنبوبة ذات الشعبتين يتوقف على قيمة الضغط عند مستوى أفقي معين في الفرعين ونظرًا لتساوي الضغط فلابد أن يتساوى ارتفاع السائل في الأنبوبتين.

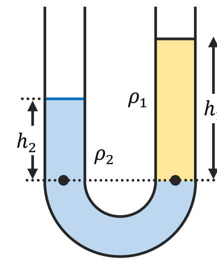
(2) ارتفاع السائل في الأبوبة ذات الشعبتين يتناسب عكسيًا مع كثافته.

(3) نصف قطر الأنبوبة (أو مساحة مقطعها) لا يؤثر إطلاقًا على ارتفاع كل من السائلين في فرعي الأنبوبة.

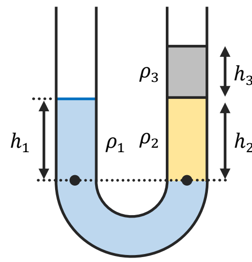
(4) حجم السائل المنخفض في أحد الفرعين = حجم السائل المرتفع في الفرع الآخر.

(5) إذا كان السائلان يمتزجان يمكن الفصل بينهما بسائل ثالث لا يمتزج مع أي منهما.

(6) إذا كان الاتزان بين:



$P_1 = P_2$
$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$



$P_1 = P_2 + P_3$
$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3$

(7) لإيجاد حجم سائل في أحد الفرعين نضرب ارتفاع السائل × مساحة مقطع الفرع.

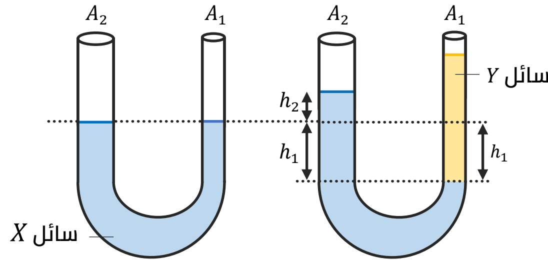
(8) في حالة الأنبوبة غير منتظمة المقطع:

$$(V_{ol})_{\text{المنخفض}} = (V_{ol})_{\text{المرتفع}}$$

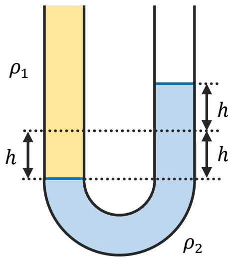
$$(Ah)_{\text{المنخفض}} = (Ah)_{\text{المرتفع}}$$

$$\text{فرق الارتفاع} = h_{(\text{المنخفض})} + \frac{Ah_{(\text{المنخفض})}}{A_{(\text{المرتفع})}}$$

(9) عند وضع كمية من سائل X في أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع فرعيها A_2, A_2 ثم صب كمية من سائل Y في أحد فرعيها, ينخفض سطح السائل X في هذا الفرع بمقدار h_1 ويرتفع في الفرع الآخر بمقدار h_2 ويكون دائمًا حجم السائل المزاح لأسفل في فرع الإضافة $(A_1 h_1)$ مساوي لحجم السائل المزاح لأعلى في الفرع الآخر $(A_2 h_2)$, ويكون ارتفاع السائل X فوق مستوى السطح الفاصل: $h_X = h_1 + h_2$



(10) عند وضع الماء فقط في الأنبوبة ذا الشعبتين يكون مستوى سطح الماء في فرعيها في مستوى أفقي واحد وعند صب زيت في أحد فرعيها فإن سطح الماء ينخفض في هذا الفرع بمقدار وليكن h فيرتفع الماء في الفرع الآخر بنفس المقدار (h) لأن حجم الماء المزاح لأسفل في فرع الإضافة يساوي حجم الماء المزاح لأعلى في الفرع الآخر وبالتالي يصبح ارتفاع الماء فوق مستوى السطح الفاصل $2\ h$

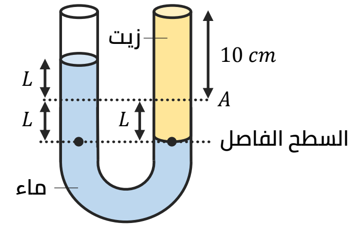


مسائل محلولة

(1) أنبوبة ذات فرعين منتظمة المقطع طول كل من فرعيها $20\ cm$ مملوءة بالماء إلى منتصفها، صب زيت في أحد الفرعين حتى حافته، احسب ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل إذا كانت كثافة الزيت $800\ kg/m^3$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$

الحل

عند صب الزيت في أحد الفرعين ينخفض سطح الماء في هذا الفرع بمقدار (L) ويرتفع الماء في الفرع الآخر فوق العلاقة A بمقدار (L) وذلك لانتظام مقطع الأنبوبة كما في الشكل الثاني:



$\rho_w h_w = \rho_o h_o$

$1000 \times 2\ L = 800 \times (10 + L) = 8000 + 800\ L$

$2000\ L - 800\ L = 8000$

$1200\ L = 8000$

$L = 8000 \div 1200 = 6.66\ cm$

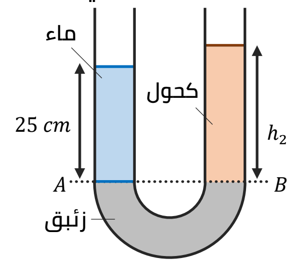
ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل $= 2\ L = 2 \times 6.66 = 13.3\ cm$

****

(2) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع صب بها كمية من الزئبق فكان ارتفاعه في الفرعين متساوي ثم صب في أحد فرعيها كمية من الماء فوصل ارتفاعه إلى $25\ cm$ احسب ارتفاع الكحول الذي يجب أن يصب في الفرع الآخر حتى يظل مستوى الزئبق في الفرعين متساوي علمًا بأن الكثافة النسبية للماء والكحول على الترتيب هي $1, 0.78$

الحل

النقطتين A, B في مستوى أفقي واحد الضغط عند B = الضغط عند A



$P_a + \rho\ g\ h = P_a + \rho\ g\ h$

$\rho_1\ h_{1_{ماء}} = \rho_2\ h_{2_{كحول}}$

$1000 \times 25 = 780 \times h_2$

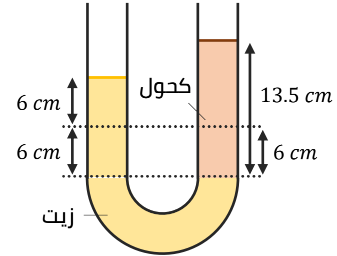
$25000 = 780 \times h_2$

$h_2 = 25000 \div 780 = 32.05\ cm$

****

(3) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها زيت كثافته $900\ kg/m^3$ صب في أحد فرعيها ببطء كحول فانخفض سطح الزيت بمقدار $6\ cm$، احسب كثافة الكحول إذا علمت أن ارتفاع عمود الكحول فوق السطح الفاصل $13.5\ cm$ ثم احسب كتلته علمًا بأن مساحة مقطع الأنبوبة $2\ cm^2$.

الحل

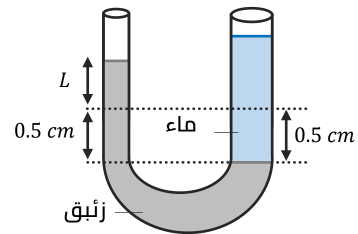


$$\rho_1\, h_{1_{\text{زيت}}} = \rho_2\, h_{2_{\text{كحول}}}$$
$$900 \times 12 = \rho_2 \times 13.5$$
$$10800 = \rho_2 \times 13.5$$
$$\rho_2 = 10800 \div 13.5 = 800\ kg/m^3$$
$$m = \rho V, V = Ah$$
$$m = \rho\, Ah$$
$$= 800 \times 2 \times 10^{-4} \times 13.5 \times 10^{-2}$$
$$= 0.0216\ kg$$

****

(4) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعيهما $3.6\ cm^2, 2\ cm^2$ صب فيها زئبق ثم صب ماء في الفرع المتسع فانخفض سطح الزئبق بمقدار $0.5\ cm$ أوجد ارتفاع عمود الماء فوق السطح الفاصل علمًا بأن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$

الحل



$$\rho_1\, h_{1_{\text{زئبق}}} = \rho_2\, h_{2_{\text{ماء}}}$$
$$13600 \times (0.5 + L) = 1000 \times h_2$$

ويمكن حساب L كما يلي:

حجم الزئبق المنخفض في الفرع المتسع = حجم الزئبق المرتفع في الفرع الضيق

$$2 \times L = 3.6 \times 0.5 = 1.8$$
$$L = 1.8 \div 2 = 0.9\ cm$$

بالتعويض عن قيمة L فإن: $3600 \times (0.5 + 0.9) = 1000 \times h_2$

$$h_2 = 19.04\ cm$$

اختبر نفسك

1. أنبوبة ذات شعبتين تحتوي على كمية من الزئبق كثافته $13600\ kg/m^3$، صب في أحد فرعيها $50\ cm$ ماء كثافته $1000\ kg/m^3$ ثم صب في نفس الفرع فوق الماء $50\ cm$ زيت كثافته $800\ kg/m^3$ احسب ارتفاع الزئبق في الفرع الآخر فوق مستوى السطح الفاصل وارتفاع الماء اللازم صبه فوق سطح الزئبق ليصبح مستوى سطحيّ الزئبق في فرعيّ الأنبوبة متساوي.

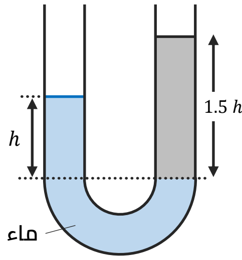
$(6.617\ cm, 90\ cm)$

....

....

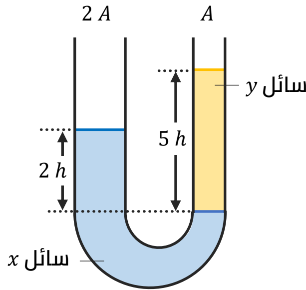
....

اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة



1. الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين بها ماء وسائل آخر في حالة اتزان, فتكون الكثافة النسبية لهذا السائل ......

ⓐ $\frac{2}{3}$ ⓑ 1
ⓒ $\frac{3}{2}$ ⓓ $\frac{3}{4}$

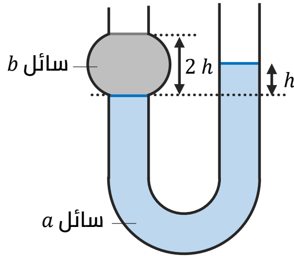


2. الشكل المقابل يوضح y, x في حالة اتزان داخل أنبوبة ذات شعبتين فتكون النسبة بين كثافتيّ السائلين $\left(\frac{\rho_x}{\rho_y}\right)$ هي ....

ⓐ $\frac{1}{2}$ ⓑ $\frac{5}{2}$
ⓒ $\frac{2}{5}$ ⓓ $\frac{2}{1}$

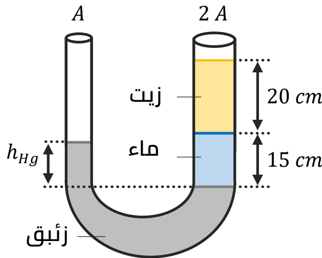
3. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع تحتوي على كمية من الماء, صب في أحد فرعيها كمية من زيت كثافته النسبية 0.8, فيكون فرق الارتفاع بين سطحيّ الزيت والماء .....

ⓐ $\frac{1}{4}$ ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل ⓑ $\frac{1}{5}$ ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل
ⓒ $\frac{1}{2}$ ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل ⓓ $\frac{2}{5}$ ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل



4. في الشكل المقابل تكون النسبة بين كثافتيّ السائلين $\left(\frac{\rho_a}{\rho_b}\right)$ هي ...

ⓐ $\frac{1}{2}$ ⓑ $\frac{4}{1}$
ⓒ $\frac{1}{4}$ ⓓ $\frac{2}{1}$



5. في الشكل المقابل أنبوبة ذات شعبتين بها ثلاثة سوائل متزنة فيكون ارتفاع الزئبق (h_{Hg}) فوق السطح الفاصل بين الماء والزئبق يساوي تقريبًا ......

علمًا بأن: $\rho_w = 1000\ kg/m^3$, $\rho_o = 850\ kg/m^3$, $\rho_{Hg} = 13600\ kg/m^3$)

ⓐ $\frac{1}{2}$ ⓑ $\frac{4}{1}$
ⓒ $\frac{1}{4}$ ⓓ $\frac{2}{1}$

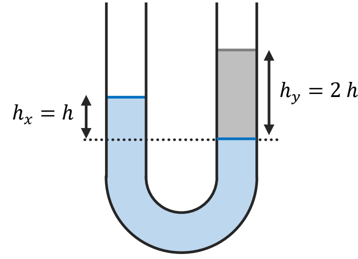
6. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع طول كل فرع من فرعيها $20\ cm$ وضعت رأسيًا وملئت لمنتصفها بالماء ثم صب في أحد فرعيها زيت حتى حافته, فإذا علمت أن كثافة الماء والزيت هي $850\ kg/m^3$, $1000\ kg/m^3$ على الترتيب, فإن ارتفاع الزيت فوق السطح الفاصل هو .....

ⓐ $12.96\ cm$ ⓑ $14.54\ cm$ ⓒ $16.67\ cm$ ⓓ $17.2\ cm$

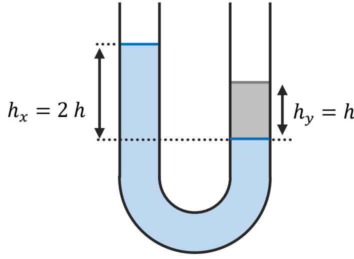
7. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها كمية من الزئبق صب في أحد فرعيها كمية من الجلسرين فإذا كان ارتفاع عمود الجلسرين فوق السطح الفاصل $10\ cm$ ومساحة مقطع الأنبوبة $5\ cm^2$ فإن كتلة الماء اللازم صبه في الفرع الآخر حتى يصبح سطحيّ الزئبق في الفرعين في مستوى أفقي واحد تساوي ....
علمًا بأن: كثافة الماء = $1000\ kg/m^3$، كثافة الجلسرين = $1260\ kg/m^3$، كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$

ⓐ $0.063\ kg$ ⓑ $0.63\ kg$ ⓒ $0.087\ kg$ ⓓ $0.163\ kg$

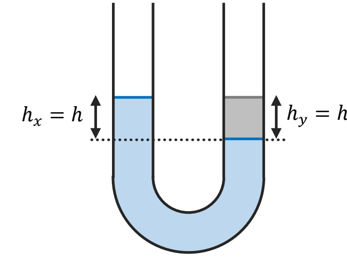
8. وضع سائلان لا يمتزجان y, x في أنبوبة ذات شعبتين فإذا كانت كثافة السائل x هي ρ 2 وكثافة السائل y هي ρ، أي من الاختيارات التالية يمثل وضع السائلين في الأنبوبة عند الاستقرار؟



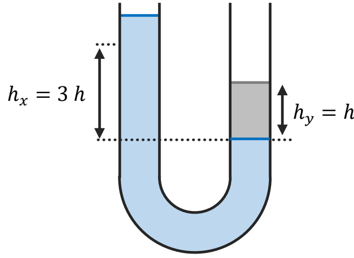
ⓐ



ⓑ

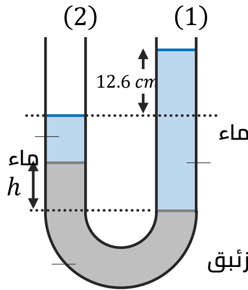


ⓒ



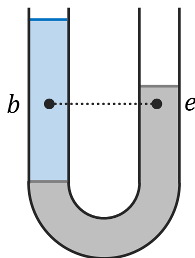
ⓓ

9. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها كمية من الزئبق صبت كميتين مختلفتين من الماء في الفرعين فاتزنت السوائل كما بالشكل، فإن ارتفاع الزئبق فوق مستوى السطح الفاصل (h) يساوي ....
(علمًا بأن: $\rho_{Hg} = 13600\ kg/m^3, \rho_w = 1000\ kg/m^3$)

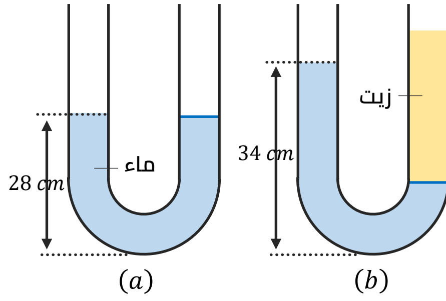


ⓐ $0.3\ cm$ ⓑ $0.6\ cm$
ⓒ $0.75\ cm$ ⓓ $1\ cm$

10. الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين بها سائلين في حالة اتزان فيكون الضغط عند النقطة e .... الضغط عند النقطة b



ⓐ أكبر من ⓑ أقل من
ⓒ يساوي ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة



.11 أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع تحتوي على كمية مناسبة من الماء ارتفاعها عن قاعدة الأنبوبة $28\ cm$ كما بالشكل (a) صب في أحد فرعيها كمية من الزيت حتى أصبح ارتفاع الماء في الفرع الآخر عن قاعدة الأنبوبة $34\ cm$ كما بالشكل (b) فيكون كل من: مقدار انخفاض الماء عن مستواه الأصلي بعد صب الزيت، وارتفاع عمود الزيت فوق السطح الفاصل ....

(اعتبر كثافة الزيت والماء $800\ kg/m^3, 1000\ kg/m^3$)

	مقدار انخفاض الماء	طول عمود الزيت
ⓐ	$3\ cm$	$15\ cm$
ⓑ	$12\ cm$	$7.5\ cm$
ⓒ	$60\ cm$	$15\ cm$
ⓓ	$6\ cm$	$7.5\ cm$

.12 أنبوبة ذات شعبتين مساحة أحد فرعيها ضِعف الآخر صب زيت في الفرع الضيق فانخفض سطح الماء بمقدار H يصبح طول عمود الماء في الفرع المتسع .... من مستوى السطح الفاصل.

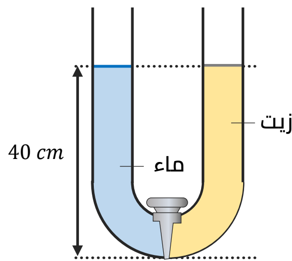
ⓐ $0.5\ H$ ⓑ $1.5\ H$ ⓒ $2\ H$ ⓓ $3\ H$

.13 حجم السائل المنخفض في أحد الفرعين .... حجم السائل المرتفع في الفرع الآخر.

ⓐ أكبر من ⓑ أقل من ⓒ يساوي ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

.14 عند تعيين الكثافة النسبية لسائلين يمتزجان مثل (الماء والكحول) يفصل بينهم بسائل آخر ثالث مثل .....

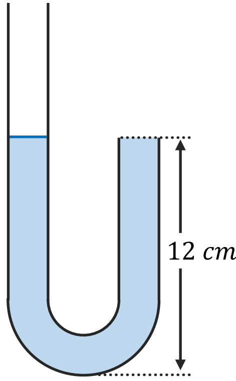
ⓐ اللبن ⓑ الكيروسين ⓒ الزئبق ⓓ لا توجد إجابة صحيحة



.15 الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها صمام T عند القاعدة، صب في أحد فرعيها ماء $(\rho = 1\ g/cm^3)$ والآخر زيت $(\rho = 0.8\ g/cm^3)$ وكان ارتفاع كل منهما عن قاعدة الأنبوبة $40\ cm$ عندما كان الصمام مغلق فإذا فتح الصمام فإن سطح الزيت ....

ⓐ يرتفع بمقدار $8\ cm$ ⓑ يرتفع بمقدار $4\ cm$
ⓒ ينخفض بمقدار $8\ cm$ ⓓ ينخفض بمقدار $4\ cm$

ثانيًا: الأسئلة المقالية



1. الشكل المقابل يوضح أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع مساحة مقطعها $2\ cm^2$ وطول فرعها القصير $12\ cm$ صب فيها ماء وعند الاتزان كان الماء عند حافة فرعها القصير, فإذا صب في فرعها الطويل سائل كثافته $800\ kg/m^3$ لا يمتزج بالماء حتى وصل ارتفاعه $12\ cm$ فوق مستوى سطح الماء, احسب حجم الماء المنسكب نتيجة صب السائل (علمًا بأن: $\rho_w = 10^3\ kg/m^3$)

....

....

....

....

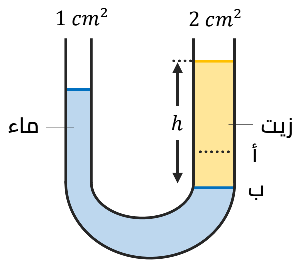
2. أنبوبة على شكل حرف U منتظمة المقطع ومساحة مقطعها $2\ cm^2$ بها كمية من الماء, صب $9\ cm^3$ من الكيروسين في أحد فرعيها فأصبح فرق ارتفاع الماء في الفرعين $3.6\ cm$ أوجد البنزين اللازم صبه في الفرع الآخر حتى يصبح مستوى سطح الماء في الفرعين في مستوى أفقي واحد.
علمًا بأن: (كثافة البنزين $= 900\ kg/m^3$, كثافة الماء $= 10^3\ kg/m^3$)

....

....

....

....



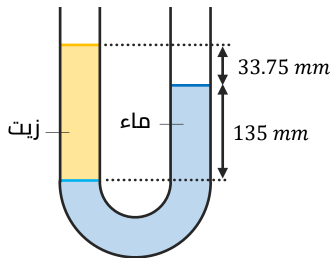
3. في الشكل المقابل أنبوبة ذات شعبتين بها ماء صب زيت في الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه من (أ) إلى (ب) بمقدار $2.4\ cm$
احسب ارتفاع الزيت فوق مستوى السطح الفاصل وكتلته.
علمًا بأن: الكثافة النسبية للزيت 0.8, كثافة الماء $1000\ kg/m^3$

....

....

....

....



4. في الشكل المقابل أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع, احسب وزن عمود الزيت والماء من مستوى السطح الفاصل إذا علمت أن نصف قطر الأنبوبة $1\ cm$
(علمًا بأن: $g = 9.8\ m/s^2, \rho_w = 10^3\ kg/m^3$)

....

....

....

....

5. أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ثلاثة أمثال الفرع الآخر وضع بها كمية مناسبة من الماء ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 في الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه بمقدار $1\ cm$, أوجد ارتفاع عمود الزيت فوق مستوى السطح الفاصل.

....

....

....

....

6. أنبوبة ذات فرعين طول كل منهما $40\ cm$ مملوءة لمنتصفها بالماء، صب زيت في أحد الفرعين حتى حافته احسب البعد بين السطح العلوي للماء وفوهة الأنبوبة.
(علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ وكثافة الزيت $750\ kg/m^3$)

$(8\ cm)$

....

....

....

....

7. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع على شكل حرف U فكان فرق الارتفاع بين سطحي الماء في الفرعين $19\ cm$. احسب ارتفاع الزيت (كثافة الزيت $800\ kg/m^3$, كثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

$(23.75\ cm)$

....

....

....

8. أنبوبة ذات شعبتين نهاياتاها مفتوحتان ومساحة مقطع كل من فرعيها $2\ cm^2$ طول كل من فرعيها $33\ cm$ تحتوي على زئبق ارتفاعه $6.8\ cm$ أوجد حجم أكبر كمية من الماء يمكن أن توضع في أحد فرعيها علمًا بأن كثافتيّ الماء والزئبق هما $13.6\ g/cm^3, 1\ g/cm^3$

....

....

....

9. أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ضِعف الآخر وارتفاعه $66\ cm$ ملئت إلى منتصفها بالماء. فإذا أردنا أن نملأ فرعها المتسع بالزيت، فما ارتفاع الزيت اللازم لذلك علمًا بأن كثافة الزيت $800\ kg/m^3$, كثافة الماء $1000\ kg/m^3$

$(23.75\ cm)$

....

....

....

....

10 صب زئبق في ذات شعبتين رأسية المقطع ثم صب ماء في أحد الفرعين وكحول في الفرع الآخر حتى عاد سطحا الزئبق في الفرعين في مستوى أفقي واحد فإذا كان الفرق في الارتفاع بين عمود الماء والكحول $2\ cm$ فاحسب ارتفاع هذين العمودين علمًا بأن الكثافة النسبية للماء = 1, والكثافة النسبية للكحول = 0.8, والكثافة النسبية للزئبق = 13.6

$(8\ cm, 10\ cm)$

....

....

....

....

مسائل متنوعة

1. أنبوبة على هيئة حرف U مساحة مقطع فرعها الضيق $1\ cm^2$ ومساحة مقطع فرعها الواسع $2\ cm^2$ ملئت جزيئًا بالماء (كثافته $1000\ kg/m^3$) ثم صب فيها كمية من الزيت (كثافته $800\ kg/m^3$) من الفرع الضيق أصبح طول عمود الزيت $5\ cm$, احسب ارتفاع سطح الماء فوق السطح الفاصل بين الماء والزيت.

$(4\ cm)$

2. أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعها $2\ cm^2$ بها ماء صب في أحد فرعيها $9\ cm^2$ من الكيروسين فكان فرق الارتفاع بين سطحيّ الماء في الفرعين $3.6\ cm$, احسب حجم البنزين الذي يصب في الفرع الآخر حتى يعود سطحيّ الماء في الفرعين إلى مستوى أفقي واحد حيث كثافة البنزين = $900\ kg/m^3$

$(8\ cm^3)$

3. أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ثلاثة أمثال الفرع الآخر وضع بها كمية مناسبة من الماء ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 في الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه بمقدار $1\ cm$, أوجد ارتفاع عمود الزيت.

$(5\ cm)$

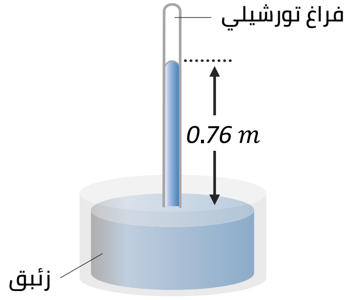
4. أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع ارتفاعها $28\ cm$ صب في أحد الفرعين ماء حتى أصبح ارتفاعه $17\ cm$ ثم صب زيت حتى امتلأ هذا الفرع تمامًا, احسب مقدار التغيّر في ارتفاع عمود الماء في الفرع الآخر علمًا بأن كثافة الزيت $900\ kg/m^3$

$(9\ cm)$

الضغط الجوي

الضغط الجوي عند نقطة:

- هو ضغط الهواء الجوي مقاسًا عند تلك النقطة.
- يقدر بوزن عمود الهواء الذي مســاحة مقطعه هي وحدة المســاحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه هو البعد العمودي من تلك النقطة إلى قمة الغلاف الجوي.
- لقياس الضغط الجوي عمليًا اخترع العالم تورشيلي البارومتر الزئبقي.



البارومتر الزئبقي (بارومتر تورشيلي)

التركيب:

(1) أنبوبة زجاجية طولها حوالي متر منتظمة المقطع مفتوحة من أحد طرفيها.

(2) حوض حجمه مناسب.

(3) كمية من الزئبق.

خطوات القياس:

(1) توضع كمية مناسبة من الزئبق في الحوض.

(2) تملأ الأنبوبة تمامًا بالزئبق.

(3) تنكس الأنبوبة رأسيًا في الحوض.

الملاحظة

ينخفض سطح الزئبق في الأنبوبة حتى يصبح الارتفاع الرأسي لعمود الزئبق فوق مستوى سطح الزئبق بالحوض $0.76\ m$ تقريبًا سواء كانت الأنبوبة في وضع رأسي أو مائل ويصبح الحيّز الموجود فوق الزئبق مفرغًا إلا من قليل من بخار الزئبق الذي يمكن إهمال ضغطه ويسمى هذا الفراغ (فراغ تورشيلي).

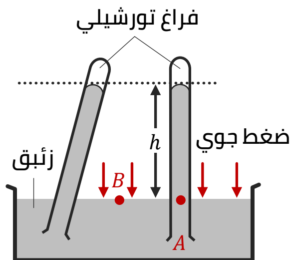
فكرة العمل:

إذا أخذنا النقطتين B, A في مستوى أفقي واحد، بحيث تكون النقطة A خارج الأنبوبة عند سطح الزئبق في الحوض والنقطة B داخلها فإن:

الضغط عن B = الضغط عند A

$$P_a = \rho g h + 0$$
$$P_a = \rho g h$$

(ρ كثافة الزئبق، h ارتفاع عمود الزئبق، g عجلة الجاذبية)



فراغ تورشيلي	هو الحيّز الموجود فوق سطح الزئبق داخل أنبوبة البارومتر الزئبقي ويكون مفرغًا إلا من قليل من بخار الزئبق.
الضغط الجوي	هو الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة صفر سيلزيوس.
الضغط الجوي المعتاد	هو ضغط الهواء الجوي مقاسًا عند سطح البحر وعند درجة حرارة صفر سيلزيوس ويكافئ الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة صفر سيلزيوس عند سطح البحر.

العوامل التي يتوقف عليها الضغط الجوي

(1) الارتفاع عن سطح البحر (علاقة عكسية):

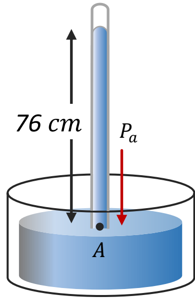
يقل الضغط الجوي كلما اتجهنا رأسيًا لأعلى فوق مستوى سطح البحر بسبب نقص ارتفاع عمود الهواء المسبب للضغط.

(2) كثافة الهواء الجوي (علاقة طردية): يزداد الضغط الجوي بزيادة كثافة الهواء.

(3) درجة الحرارة (علاقة عكسية): يقل الضغط الجوي بزيادة درجة الحرارة.

(4) عجلة الجاذبية الأرضية (علاقة طردية): يكون تأثيرها غير ملحوظ إلا من الارتفاعات الكبيرة.

استخدامات البارومتر الزئبقي



(1) قياس الضغط الجوي:

بما أن:

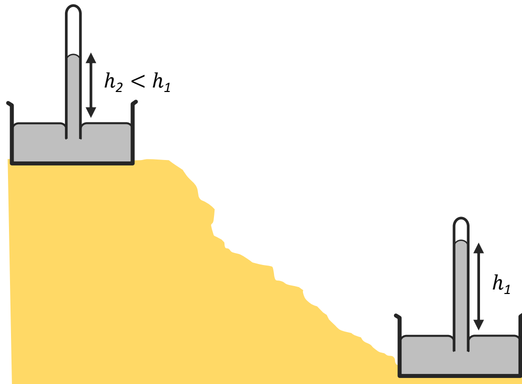
الضغط الجوي عند النقطة (A) = الضغط الجوي $(P_a) = \rho g h$

ونظرًا لأن:

- كثافة الزئبق (ρ) عند $0°C$ تساوي $13595\ kg/m^3$
- عجلة الجاذبية الأرضية (g) تساوي $9.81\ m/s^2$
- ارتفاع الزئبق في الأنبوبة البارومترية (h) يساوي $0.76\ m$

وبالتالي فإن:

$$P_a = \rho g h = 13595 \times 9.81 \times 0.76 = 1.013 \times 10^5\ N/m^2$$



(2) تعيين ارتفاع جبل أو مبنى:

- يقل الضغط الجوي كلما ارتفعنا عن سطح البحر فالضغط الجوي عند قمة جبل يكون أقل من الضــغط الجوي عند قاعدة الجبل ويكون:

النقص في الضغط الجوي = النقص في ضغط الزئبق بالبارومتر

$\rho_1 h_1$ زئبق $= \rho_2 h_2$ هواء

حيث:

h_1: الفرق بين قراءة البارومتر عند قاعدة الجبل وعند قمة الجبل.

h_2: طول عمود الهواء المحصور بين قاعدة الجبل وقمة الجبل.

- في مسائل إيجاد ارتفاع مبنى (أو تعيين قراءة بارومتر):

وحدات قياس الضغط الجوي

يمكن قياس الضغط الجوي بعدة وحدات منها:

	الوحدة	الضغط الجوي يساوي
(1)	باسكال $(Pascal) = N/m^2$	$1.013 \times 10^5\ N/m^2, 1.013 \times 10^5\ Pascal$
(2)	بار $(Bar) = 10^5\ Pascal = 10^5\ N/m^2$	$1.013\ Bar$
(3)	تور $(Torr) = 1$ مم زئبق $(mmHg)$	$1.013\ Bar = 760\ Torr = 760\ mm\ Hg = 76\ cm\ Hg$

وحدة ضغوط جو (atm) هي عدد مرات احتواء الضغط على الضغط الجوي.

معدل الضغط ودرجة الحرارة $(S.T.P)$: يكون فيه الضغط $0.76\ mHg$, درجة الحرارة $0°C$.

$$1\ atm = 1.013 \times 10^5\ N/m^2 = 1.013 \times 10^5\ Pascal$$
$$= 1.013\ Bar$$
$$= 760\ Torr = 760\ mm\ Hg$$
$$= 76\ cm\ Hg$$
$$= 0.76\ m\ Hg$$

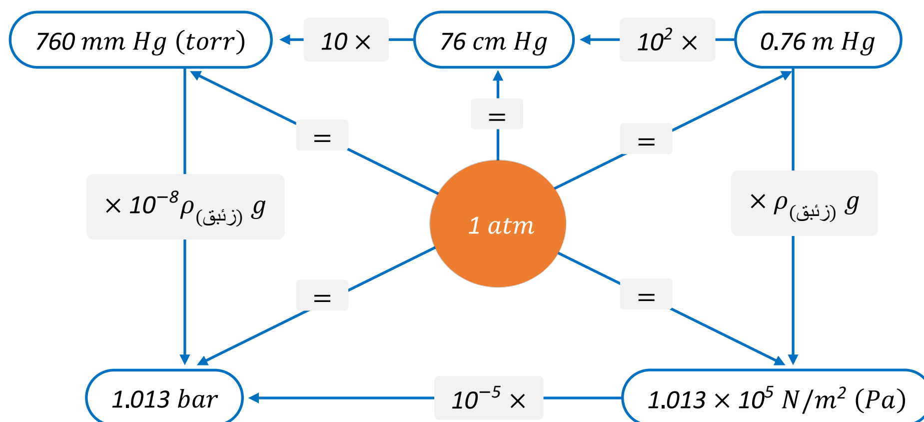
وللتحويل بين وحداتقياس الضغط الجوي:

الضغط بالوحدة المطلوبة = (المقدار المطلوب تحويله × الضغط الجوي بالوحدة المطلوبة) / (الضغط الجوي بالوحدة المحول منها)

مثال: إذا كان الضغط الجوي عند نقطةٍ ما $80\ cmHg$, فإنه يمكن حساب قيمة هذا الضغط بالوحدة N/m^2 كالتالي:

$$P = \frac{80 \times 1.013 \times 10^5}{76} = 1.066 \times 10^5\ N/m^2$$

مخطط التحويل بين وحدات قياس الضغط الجوي



لاحظ

(1) لا يشعر الإنسان بالضغط الجوي يختلف الضغط الجوي باختلاف الارتفاع عن سطح البحر:

بسبب التوازن بين ضغط السوائل والغازات الموجودة داخل جسم الإنسان مع الضغط الجوي.

(2) يحدث نزيف من الأنف والأطراف عادةً عند التواجد في ارتفاعات عالية جدًا:

لأن الضغط الجوي يقل كلما ارتفعنا لأعلى فيكون ضغط الدم داخل الشرايين أعلى كثيرًا من ضغط الهواء فيؤدي إلى انفجار شعيرات الدم الطرفية ضعيفة الجدران.

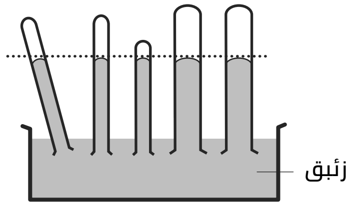
(3) يفضل استخدام الزئبق كمادة بارومترية لأنه يتميّز بالآتي:

- كثافة كبيرة: فيكون ارتفاع الزئبق داخل الأنبوبة أقل من $1\ m$ فيسهل قياسه.
- البخار الناتج منه كميته صغير جدًا: فيمكن إهمال ضغطه في درجات الحرارة العادية.
- لا يلتصق بالزجاج.

(4) لا يصلح استخدام الماء كمادة بارومترية لأن:

- كثافته صغيرة نسبيًا: فيكون ارتفاع الماء داخل الأنبوبة أكبر من $10\ m$ (حوالي $10.3\ m$) فيصعب قياسه.
- يتبخر في درجات الحرارة العادية: فلا يمكن إهمال ضغطه.
- يلتصق بالزجاج.

(5) لا يتأثر ارتفاع الزئبق داخل البارومتر بـ:



- طول الأنبوبة بشرط ألا يكون الارتفاع الرأسي للأنبوبة فوق مستوى السطح الخالص للزئبق في الحوض أقل من قيمة الضغط الجوي بوحدة $cm\ Hg$.
- طول الجزء المغمور من الأنبوبة تحت سطح الزئبق.
- مساحة مقطع الأنبوبة.
- حجم فراغ تورشيلي.

السبب:

لأن $(P_a = \rho g h)$ فيتوقف ارتفاع الزئبق على كثافة السائل والضغط وعجلة الجاذبية في مكانالتجربة ولا يتوقف على مساحة مقطع الأنبوبة البارومترية.

(6) يختفي فراغ تورشيلي في الأنبوبة البارومترية لأحد الأسباب الآتية:

- طول الأنبوبة أقل من $76\ cm$
- الأنبوبة مائلة بحيث يكون الارتفاع الرأسي للزئبق أقل من $76\ cm$
- كثافة السائل المستخدم في البارومتر أقل من كثافة الزئبق.
- البارومتر موجود في قاع منجم.

(7) عند نقل البارومتر إلى قمة جبل:

يزداد فراغ تورشيلي لنقص قيمة الضغط الجوي ويقل طول عمود الزئبق.

(8) قراءة البارومتر عند قمة جبل أقل من قراءته عند سطح الأرض:

لأن الضغط يقل كلما اقتربنا من قمة الغلاف الجوي لنقص وزن عمود الهواء المسبب للضغط.

(9) عند ثقب الأنبوبة البارومترية:
يهبط الزئبق ليصبح في مستوى أفقي مع الزئبق في الحوض.

ملاحظات لحل مسائل المباني والبارومتر

(1) نوجد الضغط عند الطابق السفلي $\left(Pa_{\text{سفلى}}\right)$ بـ N/m^2
بمعلومية قراءة البارومتر عنده وليكن (h_1) من العلاقة: $P_1 = \rho g h_1$
(2) نوجد الضغط عند الطابق العلوي $\left(Pa_{\text{علوي}}\right)$ بـ N/m^2
بمعلومية قراءة البارومتر عنده وليكن (h_2) من العلاقة: $P_2 = \rho g h_2$
(3) ضغط عمود الهواء بين الطابقين = فرق الضغط بين الطابقين بـ N/m^2

$$Pa_{\text{سفلى}} - Pa_{\text{علوي}} = (\rho g h)_{\text{هواء}}$$

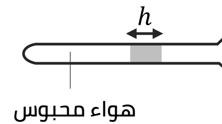
$$\rho g h_{1\,\text{قراءة البارومتر السفلى}} - \rho g h_{2\,\text{قراءة البارومتر العلوي}} = (\rho g h)_{\text{هواء}}$$

حيث: $h_{\text{هواء}}$ هو ارتفاع الطابق العلوي أو المبنى أو ارتفاع الهواء بين الطابقين، $\rho_{\text{هواء}}$ كثافة الهواء.

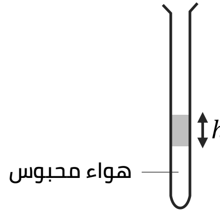
ملاحظات لحل مسائل الأنبوبة الشعرية

عند وضع خيط زئبق في أنبوبة شعرية منتظمة المقطع بحيث يحبس حجم معين من الهواء فإذا كانت الأنبوبة:

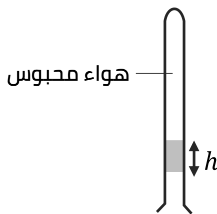
(1) أفقية



(2) رأسية وفوهتها لأعلى



(3) رأسية وفوهتها لأسفل



مسائل محلولة

(1) إذا كان الضغط الجوي $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ فما طول بارومتر زئبقي يقرأ هذا الضغط علمًا بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ وعجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$

الحل

$P_a = \rho\ g\ h$

$h = P_a \div \rho\ g = 1.013 \times 10^5 \div (1000 \times 9.8) = 10.6\ m$

****

(2) بارومتر يقرأ $76\ cm\ Hg$ عند أسفل مبنى، $74.8\ cm\ Hg$ عند أعلى نقطة في المبنى، احسب ارتفاع هذا المبنى علمًا بأن كثافة الهواء $1.25\ kg/m^3$ وكثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$

الحل

$\left(\text{الفرق بين قراءتي البارومتر}\right)\ h_1 = 76 - 74.8 = 1.2\ cm\ Hg$

$\rho_1\, h_{1_{\text{زئبق}}} = \rho_2\, h_{2_{\text{هواء}}}$

$13600 \times 1.2 \times 10^{-2} = 1.25 \times h_2$

$h_2 = 130.56\ m$

****

(3) ما قراءة بارومتر زئبقي عند الطابق العلوي لمبنى ارتفاعه $100\ m$ إذا كان البارومتر يقرأ عند الطابق الأرضي $74\ cm\ Hg$ ومتوسط كثافة الهواء $1.25\ kg/m^3$ وكثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$

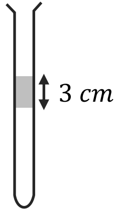
الحل

$\rho_1\, h_{1_{\text{زيت}}} = \rho_2\, h_{2_{\text{هواء}}}$

$13600 \times (0.74 - h) = 1.25 \times 100 = 125$

$h = 0.74 - (125 \div 13600) = 0.73081\ m\ Hg = 73.08\ cm\ Hg$

****



(4) الشكل المقابل يوضح أنبوبة شعرية منتظمة المقطع تحتوي على خيط يحبس كمية من الهواء احسب ضغط الهواء المحبوس داخل الأنبوبة (علمًا بأن الضغط الجوي = $76\ cm\ Hg$)

الحل

$P = P_a + h$

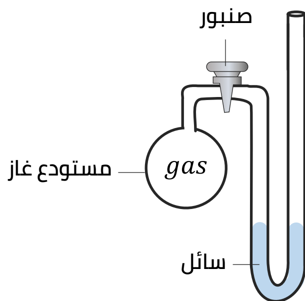
$= 76 + 3$

$= 79\ cm\ Hg$

المانومتر

التركيب:

أنبوبة زجاجية ذات شعبتين منتظمة المقطع إحدى شعبتيها أطول من الشعبة الأخرى تحتوي على كمية مناسبة من سائل كثافته معلومة مثل الماء أو الزئبق.



الأنواع:

(1) **مانومتر مائي:** يكون السائل المستخدم فيه هو الماء ويستخدم لقياس فرق ضغط صغير.

(2) **مانومتر زئبقي:** يكون السائل المستخدم فيه هو الزئبق ويستخدم لقياس فرق ضغط كبير.

فكرة العمل:

تساوي الضغط عند جميع النقاط الواقعة في مستوى أفقي واحد في باطن سائل ساكن متجانس.

الاستخدام:

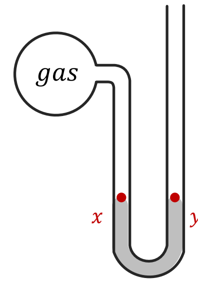
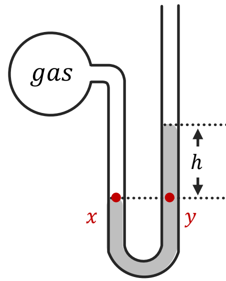
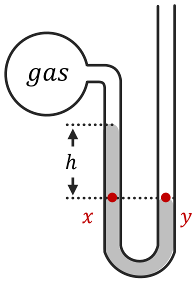
(1) قياس ضغط غاز محبوس داخل إناء.

(2) قياس الفرق بين ضغط غاز محبوس والضغط الجوي.

كيفية الاستخدام:

توصل إحدى شعبتي الأنبوبة (الفرع القصير) بمستودع الغاز المراد تعيين ضغطه والشعبة الأخرى (الفرع الطويل) تكون معرّضة للهواء الجوي.

إذا كان سطح السائل في الفرع الخالص

في نفس مستوى سطح السائل في الفرع المتصل بالمستودع	أعلى من سطح السائل في الفرع المتصل بالمستودع	أدنى من سطح السائل في الفرع المتصل بالمستودع
		
$P_x = P_y$ $P_{gas} = P_a$ $\Delta P = P_{gas} - P_a$ $\Delta P = 0$	$P_x = P_y$ $P_{gas} = P_a + \rho gh$ $P_{gas} > P_a$ $\Delta P = P_{gas} - P_a$ $\Delta P = \rho gh$	$P_x = P_y$ $P_{gas} + \rho gh = P_a$ $P_{gas} = P_a - \rho gh$ $P_{gas} < P_a$ $\Delta P = P_{gas} - P_a$ $\Delta P = -\rho gh$

إذا كان السائل المستخدم هو الزئبق ووحدة قياس الضغط الجوي $cm\ Hg$ فإن

$P_{gas} = P_a$ $\Delta P = P_{gas} - P_a$ $\Delta P = 0$	$P_{gas} = P_a + h$ $\Delta P = P_{gas} - P_a$ $\Delta P = +h(cm\ Hg)$	$P_{gas} = P_a - h$ $\Delta P = P_{gas} - P_a$ $\Delta P = -h\ (cm\ Hg)$

لاحظ

(1) يفضل استخدام المانومتر المائي لقياس فرق ضغط صغير:

لأن الكثافة تتناسب عكسيًا مع ارتفاع السائل وبما أن كثافة الماء صغيرة نسبية فيصبح الفرق بين ارتفاعيّ سطحيّ الماء في فرعيّ المانومتر واضحًا (كبير نسبيًا) وبالتالي يسهل قياسه وتقل نسبة الخطأ عند القياس.

(2) يفضل استخدام المانومتر الزئبقي لقياس فرق ضغط كبير:

لأن الكثافة تتناسب عكسيًا مع ارتفاع السائل وبما أن كثافة الزئبق كبيرة فيصبح الفرق بين ارتفاعيّ سطحيّ الزئبق صغيرًا فلا يندفع الزئبق إلى خارج الأنوبة أو إلى داخل المستودع.

(3) يحفظ الزئبق في أواني سميكة الجدران:

لأن كثافته كبيرة فيكون ضغطه على جدران الإناء الحاوي له كبير لذا يجب أن تكون تلك الجدران سميكة حتى تتحمل الضغط الكبير.

(4) تزداد قراءة المانومتر عند الصعود لأعلى:

لأنه عند الصعود لأعلى يقل الضغط الجوي بينما يظل ضغط الغاز كما هو فيزداد فرق الغاز بين ضغط الغاز والضغط الجوي وبالتالي تزداد القراءة.

ملاحظات لحل مسائل المانومتر

(1) عند حساب ضغط الغاز بوحدة (N/m^2) نستخدم القوانين التالية: $P = P_a + \rho gh$ أو $P = P_a - \rho gh$

حيث P_a بوحدة (N/m^2)، h بوحدة (m)

(2) عند حساب ضغط الغاز بوحدة $(cm\ Hg)$ نستخدم القوانين التالية: $P = P_a + h$ أو $P = P_a - h$

حيث P_a بوحدة $(cm\ Hg)$، h بوحدة (cm)

(3) إذا كان فرق الارتفاع بين سطحيّ السائل في الفرعين $(+h)$ معنى ذلك أن ضغط الغاز المحبوس في الإناء أكبر من الضغط الجوي ونستخدم القوانين التالية: $P = P_a + \rho gh$ أو $P = P_a + h$

(4) إذا كان فرق الارتفاع بين سطحيّ السائل في الفرعين $(-h)$ معنى ذلك أن ضغط الغاز المحبوس في الإناء أقل من الضغط الجوي ونستخدم القوانين التالية: $P = P_a - \rho gh$ أو $P = P_a - h$

مسائل محلولة

(1) استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز محبوس داخل مستودع فكان سطح الزئبق في الفرع الخالص أعلى من سطحه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار $36\ cm$ احسب قيمة الضغط المحبوس بوحدات: $(N/m^2 - atm - cm\ Hg)$

الحل

$P = P_a + h = 76 + 36 = 112\ cm\ Hg$

$P = 112 \div 76 = 1.474\ atm$

$P = 1.474 \times 1.013 \times 10^5 = 1.493 \times 10^5\ N/m^2$

(2) مانومتر يحتوي على زئبق يتصل بمستودع به غاز فإذا كان فرق الارتفاع بين سطحيّ الزئبق في الفرعين $25\ cm$ فاحسب فرق الضغط وكذلك الضغط المطلق للهواء مقدرًا بـ N/m^2 علمًا بأن ضغط الغاز أكبر من الضغط الجوي، $g = 9.8\ m/s^2, 1.013 \times 10^5\ N/m^2 = P_a, 13600\ kg/m^3 =$ زئبق ρ

الحل

$\Delta P = \rho gh = 13600 \times 9.8 \times 0.25 = 0.3332 \times 10^5\ N/m^2$

$P = P_a + \rho gh = 1.013 \times 10^5 + 0.3332 = 1.3462 \times 10^5\ N/m^2$

(3) احسب الضغط الناشئ عن غاز توصيله بمانومتر بوحدات $bar, cmHg$ إذا كان سطح الزئبق في الفرع الخالص منخفض عن الفرع المتصل بالمستودع بمقدار $15\ cm$

الحل

$$P = P_a - h = 76 - 15 = 61\ cm\ Hg$$
$$P = \frac{61 \times 1.013}{76} = 0.813\ bar$$

تطبيقات على الضغط

(1) قياس ضغط الدم:

- الدم سائل لزج يضخ الدم من خلال نظام معقد من الشرايين بواسطة عضلة القلب.
- عادةً ما ينساب الدم خلال الجسم انسيابًا هادئًا, فإذا كان مضطربًا فإنه يكون مصحوبًا بضجيج ويعتبر هذا الشخص مريضًا, ومن السهل الإحساس بهذا الضجيج عند قياس ضغط الدم.
- توجد قيمتان لضغط الدم عند الشخص السليم هما الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي, إذا تغيّرت قيمة إحداهما يدل ذلك على أن الشخص مريض.

الضغط الانقباضي	الضغط الانبساطي
هو أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان ويحدث عندما تنقبض عضلة القلب ويساوي $120\ torr$ للإنسان السليم.	هو أقل قيمة لضغط الدم بالشريان ويحدث عندما تنبسط عضلة القلب ويساوي $80\ torr$ للإنسان السليم.

(2) قياس ضغط الهواء داخل إطار السيارة:

عند ملء إطار السيارة بالهواء:

(1) تحت ضغط عال (مناسب)

تكون مساحة التماس مع الطريق أقل ما يمكن وبالتالي يقل الاحتكاك وتقل سخونة الإطار وزيادة العمر الافتراضي للإطار.



(2) تحت ضغط منخفض (غير مناسب)

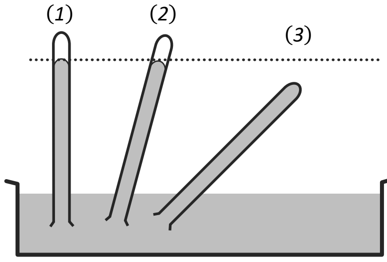
تكون مساحة التماس مع الطريق أكبر ما يمكن وبالتالي يزداد الاحتكاك وتزداد سخونة الإطار ويقل العمر الافتراضي للإطار.



من الخطورة قيادة السيارة والإطار ممتلئ بالهواء تحت ضغط منخفض:

لأنه عندما يكون الضغط منخفض تزداد مساحة التماس بين الإطار والطريق فتزداد قوى الاحتكاك ويسخن الإطار.

أولًا: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة



1. ثلاثة أنابيب باورمترية ملئت بالزئبق ثم نكست في حوض به زئبق كما بالشكل، فإن الأنبوبة التي يكون فيها ارتفاع عمود الزئبق غير ممثل لقيمة الضغط الجوي هي ....

ⓐ (1) ⓑ (2)
ⓒ (3) ⓓ (3), (2)

2. يؤدي .... إلى نقص ارتفاع الزئبق داخل أنبوبة البارومتر الزئبقي.

ⓐ زيادة مساحة مقطع الأنبوبة ⓑ نقل البارومتر إلى قمة جبل مرتفع
ⓒ زيادة الزئبق في الحوض ⓓ استخدام أنبوبة أكثر طولًا

3. بارومتران زئبقيان متجاوران y, x مساحة مقطع الأنبوبة فيهما $2\ cm^2, 1\ cm^2$ على الترتيب، فإن نسبة ارتفاع عمود الزئبق في أنبوبة البارومتر x فوق مستوى سطح الزئبق في الحوض إلى ارتفاع عمود الزئبق في أنبوبة البارومتر y فوق مستوى سطح الزئبق في الحوض هي ......

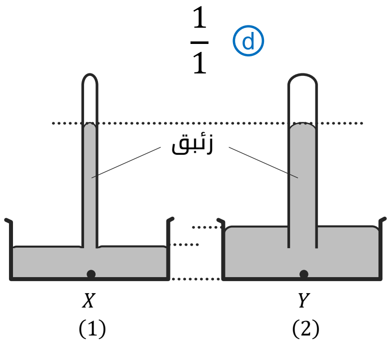
ⓐ $\frac{1}{2}$ ⓑ $\frac{1}{4}$ ⓒ $\frac{4}{1}$ ⓓ $\frac{1}{1}$

4. وجود كمية صغيرة من الهواء في الفراغ الموجودة فوق سطح الزئبق الموجود داخل أنبوبة في انخفاض مستوى سطح الزئبق داخل الأنبوبة، لأن ....

ⓐ جزيئات الهواء تقوم بتبريد الزئبق فينكمش
ⓑ جزيئات الهواء تقوم بتسخين الزئبق فيتمدد
ⓒ جزيئات الهواء تقلل من الضغط المؤثر على سطح الزئبق في الأنبوبة
ⓓ جزيئات الهواء تزيد من الضغط المؤثر على سطح الزئبق في الأنبوبة

5. بارومتر زئبقي طول الأنبوبة البارومترية فوق مستوى سطح الزئبق في الحوض $1\ m$ تم استخدامه لقياس الضغط الجوي عند قاعدة جبل فكان $76\ cm\ Hg$ وعند قمة جبل فكان الفرق بين الضغط الجوي عند قاعدة الجبل وعند قمته $4\ cm\ Hg$، فإن نسبة طول فراغ تورشيلي عند قاعدة الجبل إلى طول فراغ تورشيلي عند قمة الجبل .....

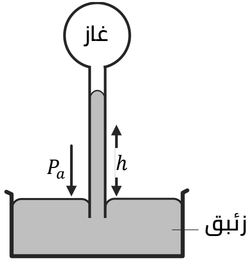
ⓐ $\frac{6}{7}$ ⓑ $\frac{7}{6}$ ⓒ $\frac{4}{1}$ ⓓ $\frac{1}{1}$



6. الشكل المقابل يوضح بارومترين زئبقيين بحيث يعيّن البارومتر (1) الضغط الجوي في أحد الأيام، ويعيّن البارومتر (2) الضغط الجوي في اليوم التالي، أي الاختيارات التالية صحيح؟

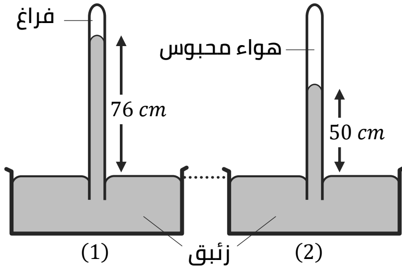
ⓐ الضغط عند النقطة x أقل من عند النقطة y
ⓑ الضغط عند النقطة x أكبر منه عند النقطة y
ⓒ الضغط الجوي في اليوم الأول أكبر من الضغط الجوي في اليوم الثاني
ⓓ الضغط الجوي متساوي في اليومين

7. في الشكل المقابل إذا كان فرق الضغط بين ضغط الغاز داخل المستودع والضغط الجوي $40\ cm\ Hg$, فيكون ارتفاع عمود الزئبق (h) هو ....
(علمًا بأن: $P_a = 76\ cm\ Hg$)



ⓐ $36\ cm$ ⓑ $40\ cm$
ⓒ $116\ cm$ ⓓ $156\ cm$

8. مستعينًا بالشكل المقابل يكون ضغط الهواء المحبوس في البارومتر (2) هو ....



ⓐ $127\ cm\ Hg$ ⓑ $76\ cm\ Hg$
ⓒ $50\ cm\ Hg$ ⓓ $26\ cm\ Hg$

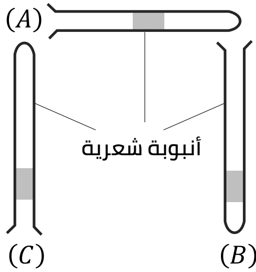
9. يبلغ الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر $76\ cm\ Hg$, فإذا كان ضغط الهواء يقل بمقدار $10\ mm\ Hg$ كلما ارتفعنا $120\ m$ تقريبًا من مستوى سطح البحر, فإن ارتفاع قمة تل يقرأ البارومتر الزئبقي عندها $70\ cm\ Hg$ هو ....

ⓐ $520\ m$ ⓑ $580\ m$ ⓒ $720\ m$ ⓓ $800\ m$

10. تحلق طائرة على ارتفاع $3400\ m$ من سطح الأرض فإذا كان متوسط كثافة الهواء خلال هذا الارتفاع $1.3\ kg/m^3$ وكثافة الزئبق $1.3\ kg/m^3$ 13600 والضغط الجوي عند سطح البحر $76\ cm\ Hg$, فإن الضغط الجوي خارج الطائرة عند ذلك الارتفاع يساوي ....

ⓐ $40.2\ cm\ Hg$ ⓑ $43.5\ cm\ Hg$ ⓒ $50.2\ cm\ Hg$ ⓓ $52.5\ cm\ Hg$

11. الشكل المقابل يوضح ثلاثة أوضاع مختلفة A, B, C لأنبوبة شعرية تحتوي على شريط من الزئبق طوله $2\ cm$ يحبس كمية من الهواء الجاف داخل الأنبوبة, فإذا علمت أن الضغط الجوي $76\ cm\ Hg$ فإن ضغط الهواء المحبوس في الأوضاع الثلاثة A, B, C يساوي ....



	A	B	C
ⓐ	$74\ cm\ Hg$	$76\ cm\ Hg$	$78\ cm\ Hg$
ⓑ	$76\ cm\ Hg$	$74\ cm\ Hg$	$78\ cm\ Hg$
ⓒ	$76\ cm\ Hg$	$78\ cm\ Hg$	$74\ cm\ Hg$
ⓓ	$78\ cm\ Hg$	$74\ cm\ Hg$	$76\ cm\ Hg$

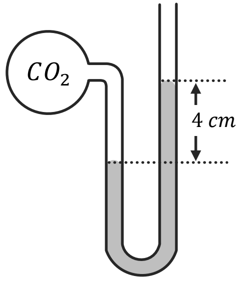
12. إذ كان فرق الضغط بين ضغط الهواء داخل إطار سيارة والضغط الجوي $1.5\ atm$, فإن ضغط الهواء داخل الإطار يساوي ....

ⓐ $1.5\ atm$ ⓑ $2\ atm$ ⓒ $2.5\ atm$ ⓓ $3.5\ atm$

13. نسبة الضغط الانقباضي إلى الضغط الانبساطي في الإنسان السليم ....

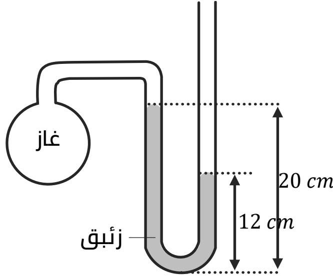
ⓐ $\frac{2}{3}$ ⓑ $\frac{3}{2}$ ⓒ $\frac{1}{2}$ ⓓ $\frac{1}{1}$

14. الشكل المقابل يوضح مانومتر زئبقي متصل بمستودع غازي يحتوي على ثاني أكسيد الكربون، فيكون الضغط داخل المستودع .....
(علمًا بأن: $P_a = 76\ cm\ Hg$)



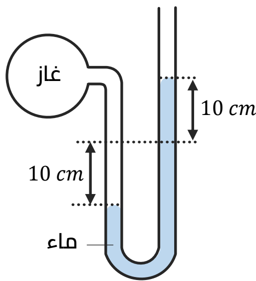
ⓐ $8\ torr$ ⓑ $80\ torr$
ⓒ $800\ torr$ ⓓ $8000\ torr$

15. من الشكل المقابل إذا علمت أن الضغط الجوي $76\ cm\ Hg$ فإن ضغط الغاز داخل المستودع يساوي ....



ⓐ $56\ cm\ Hg$ ⓑ $68\ cm\ Hg$
ⓒ $84\ cm\ Hg$ ⓓ $96\ cm\ Hg$

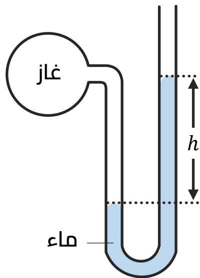
16. الشكل المقابل يوضح مانومتر مائي يستخدم لقياس ضغط غاز داخل مستودع، فإن ضغط الغاز يكون مساوي لضغط عمود من المـاء طولـه ...



ⓐ $10\ cm$
ⓑ $20\ cm$
ⓒ $10\ cm$ بالإضافة إلى قيمة الضغط الجوي
ⓓ $20\ cm$ بالإضافة إلى قيمة الضغط الجوي

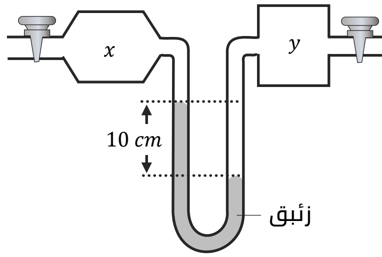
17. مانومتر زئبقي ضغط الغاز المحبوس به أكبر من الضغط الجوي، فإذا ارتفعنا بالمانومتر لأعلى مبنى ....
ⓐ يزداد ضغط الغاز المحبوس
ⓑ يزداد الفرق بين ارتفاعيّ سطحيّ الزئبق في الفرعين
ⓒ يقل الفرق بين ارتفاعيّ سطحيّ الزئبق في الفرعين
ⓓ لا يتغيّر الفرق بين ارتفاعيّ سطحيّ الزئبق في الفرعين

18. استخدام مانومتر مائي لقياس ضغط غاز داخل مستودع كما هو موضح بالشكل فإذا استخدم الزئبق بدلًا من الماء .....



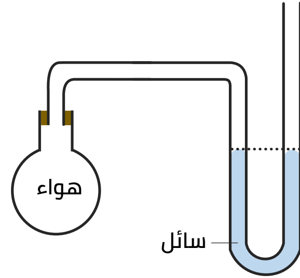
ⓐ تزداد قيمة h
ⓑ تقل قيمة h
ⓒ يجب استخدام أنبوبة مساحة مقطعها أقل
ⓓ يجب استخدام أنبوبة مساحة مقطعها أكبر

.19 في الشكل المقابل إذا كان ضغط الغاز في المستودع (x) يساوي $76\ cm\ Hg$ فإن ضغط الغاز في المستودع (y) يساوي ......



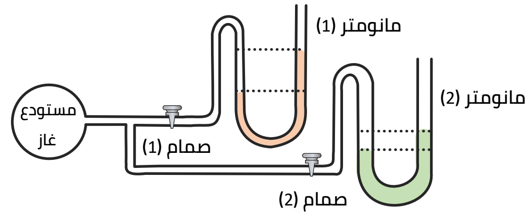
ⓐ $66\ cm\ Hg$ ⓑ $76\ cm\ Hg$
ⓒ $86\ cm\ Hg$ ⓓ $96\ cm\ Hg$

.20 الشكل المقابل يوضح دورق زجاجي به هواء متصل بأنبوبة على شكل حرف U منتظمة المقطع تحتوي على سائل كثافته ρ، عند تسخين الهواء الموجود داخل الدورق يرتفع مستوى سطح السائل داخل الفرع الخالص للأنبوبة بمقدار h، فيكون مقدار الزيادة في ضغط الهواء بعد تسخينه هو ....



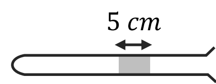
ⓐ $h\rho$ ⓑ $0.5\ h\rho g$
ⓒ $h\rho g$ ⓓ $2\ h\rho g$

.21 الشكل الذي أمامك يبيّن مانومترين متصلين بمستودع غاز، إذا كان المانومتران يختلفان في نصف قطر أنبوبة كل منهما ويحتويان على سائلين مختلفين، أي من الأسباب الآتية يرجع إليه اختلاف الفرق في ارتفاع السائل في المانومترين؟



ⓐ نصف قطر أنبوبة المانومتر (1) أقل من نصف قطر أنبوبة المانومتر (2)
ⓑ كثافة السائل في المانومتر (1) أكبر من كثافة السائل في المانومتر (2)
ⓒ كثافة السائل في المانومتر (1) أقل من كثافة السائل في المانومتر (2)
ⓓ الصمام (1) أعلى من الصمام (2)

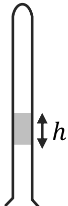
.22 الشكل المقابل يوضح أنبوبة شعرية تحتوي على خيط زئبق يحبس كمية من الهواء تحت ضغط $75\ cm\ Hg$ فإذا وضعت الأنبوبة رأسيًا وفوهتها لأعلى، يصبح ضغط الهواء المحبوس .....



ⓐ $70\ cm\ Hg$ ⓑ $75\ cm\ Hg$
ⓒ $80\ cm\ Hg$ ⓓ $81\ cm\ Hg$

.23 الشكل المقابل يوضح أنبوبة شعرية منتظمة المقطع تحتوي على خيط زئبق يحبس كمية من الهواء ضغطًا $68\ cm\ Hg$ فيكون طول خيط الزئبق (h) هو .....

(علمًا بأن: الضغط الجوي = $75\ cm\ Hg$)



ⓐ $5\ cm$ ⓑ $7\ cm$
ⓒ $9\ cm$ ⓓ $10\ cm$

24. بارومتر زئبقي قراءته $75\ cm\ Hg$ فعند صب كمية إضافية من الزئبق في الحوض حتى ارتفع منسوب سطح الزئبق في الحوض بمقدار $2\ cm$ والأنبوبة مثبتة جيدًا فإن ارتفاع الزئبق في الأنبوبة يكون عند القراءة ......

ⓐ $75\ cm\ Hg$ ⓑ $77\ cm\ Hg$ ⓒ $73\ cm\ Hg$ ⓓ $100\ cm\ Hg$

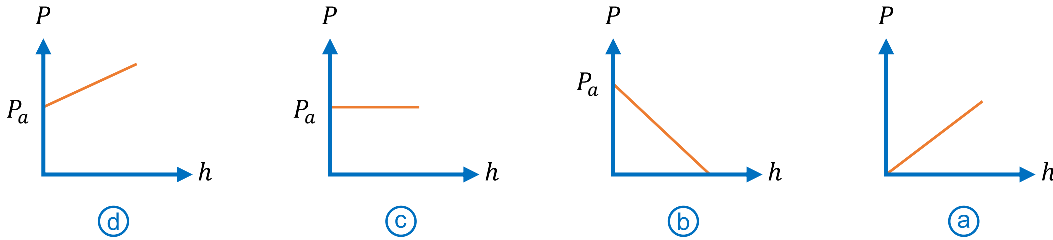
25. في بارومتر تورشيلي سيقل الفرق في الارتفاع بين سطحيّ الزئبق داخل وخارج البارومتر عندما ....

ⓐ ترتفع درجة الحرارة ⓑ ينتقل لقمة جبل مرتفع
ⓒ تستخدم أنبوبة متسعة ⓓ ينتقل لسفح الجبل

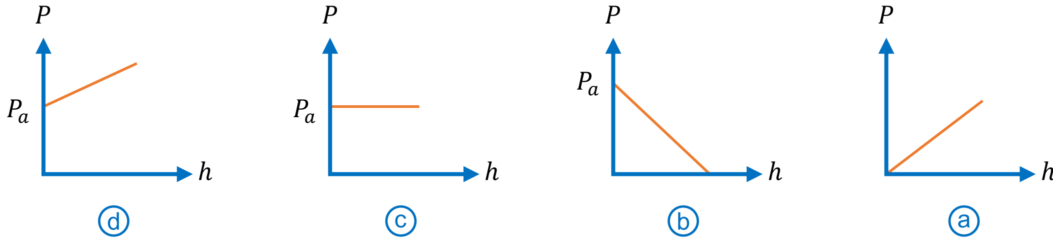
26. أنبوبة بارومترية مساحة مقطعها $1\ cm^2$ ارتفاع الزئبق بها $75\ cm$ فإذا استبدلت بأخرى مساحة مقطعها $2\ cm^2$ فإن ارتفاع الزئبق بها ....

ⓐ $37.5\ cm$ ⓑ $75\ cm$ ⓒ $150\ cm$ ⓓ $300\ cm$

27. أي العلاقات التالية تعني أن سطح الزئبق في الفرع الخالص في المانومتر ألعى من السطح المتصل بالمستودع؟



28. أي العلاقات التالية تعني أن سطح الزئبق في الفرع الخالص في المانومتر أدنى من السطح المتصل بالمستودع؟



أسئلة مقالية

.1 بفرض أن إعصار يسبب انخفاض الضغط الجوي بنسبة 15% من الضغط الجوي المعتاند, احسب مقدار القوة المحصلة التي تؤثر على باب منزل طوله $195\ cm$ وعرضه $91\ cm$ نتيجة تأثره بالإعصار, وفي أي اتجاه تؤثر القوة؟ (علمًا بأن: $P_a = 10^5\ N/m^2$)

($2.66 \times 10^4\ N$,اتجاه القوة من داخل المنزل لخارجه)

....

....

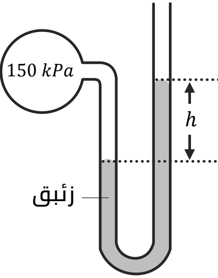
....

....

.2 في الشكل المقابل احسب الارتفاع h إذاك ان الضغط الجوي يساوي $150\ kP_a$

(علمًا بأن: $\rho_{زئبق} = 13600\ kg/m^3, g = 9.8\ m/s^2$

$(0.375\ m)$



....

....

....

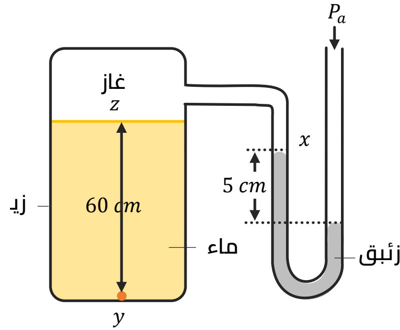
....

.3 من الشكل المقابل إذا كان الضغط الكلي عند النقطة y يساوي $99.928 \times 10^3\ N/m^2$, احسب:

علمًا بأن: الكثافة النسبية للزيت 0.8, كثافة الماء $1000\ kg/m^3$

(a) قيمة الضغط عند النقطة x

(b) قيمة الضغط الجوي P_a



(علمًا بأن: $\rho_{زيت} = 900\ kg/m^3, \rho_{زئبق} = 13600\ kg/m^3, g = 9.8\ m/s^2$)

$(9.46 \times 10^4\ N/m^2, 1.013 \times 10^4\ N/m^2)$

....

....

....

.4 استخدم مانومتر زئبقي لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق في الفرع الخالص منخفضًا عن سطحه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار $20\ cm$ ما قيمة ضغط الغاز المحبوس بوحدة بار, علمًا بأن:

$g = 10\ m/s^2, \rho_{زئبق} = 13600\ kg/m^3, 10^5\ Pascal = P_a$

$(0.7464\ bar)$

....

....

....

5. مطلوب لإطار سيارة فرق ضغط قدره $3.039 \times 10^3\ N/m^2$ فإذا كان الضغط الجوي $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ فأوجد الضغط داخل إطار السيارة بوحدات الضغط الجوي.

$(4\ atm)$

....

....

....

6. إذا كان فرق ضغط المياه عند الطابق الأرضي يبلغ 3.4 ضغط جوي فما أقصى ارتفاع يمكن أن تصل إليه المياه في المبنى $(g = 9.8\ m/s^2)$

$(20.67\ m)$

....

....

....

7. أنبوبة تغذي منزلًا بالماء والضغط عند الطابق الأرضي $5\ bar$ وعند الطابق الرابع $3.2\ bar$, احسب ارتفاع الطابق الرابع عن الأرض.

$(18.367\ m)$

....

....

....

8. يحمل رجل بارومتر زئبقي قراءته عند الطابق الأرضي $76\ cm\ Hg$ وعند الطابق العلوي $74.14\ cm\ Hg$ فإذا كان ارتفاع المبنى $200\ m$ فاحسب متوسط كثافة الهواء بين هذين الطابقين إذا علمت أن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$, وعجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$

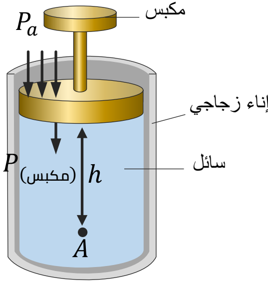
$(1.258\ kg/m^3)$

....

....

....

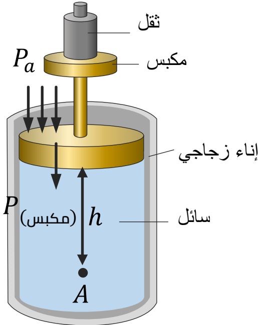
قاعدة باسكال



- عند وضع سائل في إناء زجاج مزود بمكبس أعلاه فإن الضغط عند النقطة A التي تقع في باطن السائل على عمق h يكون.

$$P = P_a + P_{(مكبس)} + \rho gh$$

حيث: P_a الضغط الجوي، $P_{(مكبس)}$ الضغط الناشئ عن وزن المكبس، (ρgh) ضغط عمود السائل فوق النقطة A



- عند وضع ثقل إضافي على المكبس فإن:

(1) المكبس لا يتحرك إلى أسفل (للداخل) لعدم قابلية السائل للانضغاط.

(2) الضغط يزداد بمقدار ΔP ويصبح الضغط عند النقطة A:

$$P = P_a + P_{(مكبس)} + \rho gh + \Delta P$$

- إذا تم زيادة الضغط إلى حد معين فإن الإناء الزجاجي ينكسر.
- بذلك يتضح أن الضغط المؤثر على المكبس انتقل بتمامه إلى كل نقطة في السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء.
- قام العالم الفرنسي باسكال بصياغة هذه النتيجة كما يلي:

قاعدة (مبدأ) باسكال: **عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء.**

لاحظ

(1) عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس في إناء فإن الضغط يتنقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل:

لأن السوائل غير قابلة للانضغاط كذلك أي زيادة في الضغط على سائل تجعل جزيئات السائل تدفع بعضها البعض بقوة فينتقل الضغط إلى جميع أجزاء السائل.

(2) تخضع السوائل لقاعدة باسكال:

لأن السوائل غير قابلة للانضغاط فينتقل خلالها الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء السائل.

(3) لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات:

لأن الغازات قابلة للانضغاط لوجود مسافات بينية كبيرة نسبيًا بين جزيئات الغاز فلا ينتقل الضغط خلالها بتمامه.

قاعدة باسكال

توجد عدة تطبيقات تعتمد على قاعدة باسكال منها:

(1) المكبس الهيدروليكي.

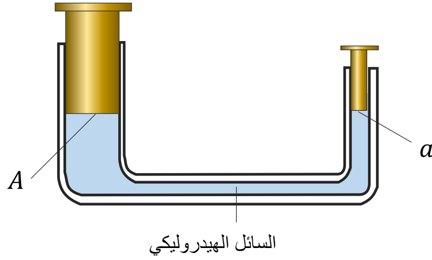
(2) الفرامل الهيدروليكية للسيارة.

(3) كرسي طبيب الأسنان.

(4) مكبس رفع السيارات في محطات الخدمة.

المكبس الهيدروليكي

التركيب:
أنبوبة موصلة بمكبسين أحدهما صغير مساحة مقطعه a والآخر كبير مساحة مقطعه A ويملأ الحيز بينهما بسائل مناسب (سائل هيدروليكي) كما بالشكل.



الاستخدام: توليد قوة كبيرة (رفع أثقال كبيرة) باستخدام قوى صغيرة.

فكرة العمل: قاعدة باسكال

طريقة العمل:

(1) عندما يكون المكبسان في مستوى أفقي واحد, إذا أثرنا بقوة f على المكبس الصغير فإن:

$$\frac{f}{a} = P_1 = \text{(الضغط على المكبس الصغير)}$$

(2) ينتقل هذا الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء السائل وإلى السطح السفلي للمكبس الكبير فتتولد قوة F على المكبس الكبير تعمل على تحريكه لأعلى ويكون:

$$\frac{F}{A} = P_2 = \text{(الضغط على المكبس الكبير)}$$

(3) عند الاتزان في مستوى أفقي واحد يكون:

الضغط المؤثر على المكبس الصغير = الضغط المؤثر على المكبس الكبير

$$\therefore P_1 = P_2 \rightarrow \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

أي أنه: عندما تؤثر قوة f على المكبس الصغير تتولد على المكبس الكبير قوة أكبر F

الفائدة الميكانيكية (الآلية) للمكبس الهيدروليكي

- إذا تحرك المكبس الصغير لأسفل مسافة y_1 تحت تأثير f فإن المكبس الكبير يتحرك لأعلى مسافة y_2 تحت تأثير F فيكون:

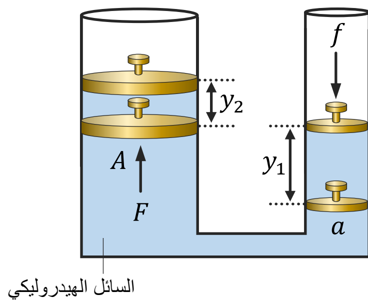
$$W_1 = f y_1 , W_2 = F y_2$$

- تبعًا لقانون بقاء الطاقة يكون:

الشغل المبذول على المكبس الصغير = الشغل الناتج عند المكبس الكبير

$$f y_1 = F y_2$$

$$\frac{F}{f} = \frac{y_1}{y_2}$$



الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي:

(1) هي النسبة بين مساحة مقطع المكبس الكبير إلى مساحة مقطع المكبس الصغير.
(2) هي النسبة بين القوة المتولدة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير.
(3) هي النسبة بين المسافة التي يتحركها المكبس الصغير إلى المسافة التي يتحركها المكبس الكبير.

الفائدة الآلية للمكبس

$$= \frac{\text{القوة الضاغطة الكلية على المكبس الكبير } (F)}{\text{القوة الضاغطة الكلية على المكبس الصغير } (f)} = \frac{\text{مساحة المكبس الكبير } (A)}{\text{مساحة المكبس الصغير } (a)}$$

$$= \frac{\text{المسافة التي يتحركها المكبس الصغير } (y_1)}{\text{المسافة التي يتحركها المكبس الكبير } (y_2)}$$

$$\therefore \eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{y_1}{y_2} = \frac{M}{m} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{D^2}{d^2} = \frac{v_1}{v_2}$$

حيث:

M الكتلة الموضوعة على المكبس الكبير، m الكتلة الموضوعة على المكبس الصغير.

R نصف قطر المكبس الكبير، r نصف قطر المكبس الصغير.

D قطر المكبس الكبير، d قطر المكبس الصغير.

v_1 السرعة التي يتحرك بها المكبس الكبير، v_2 السرعة التي يتحرك بها المكبس الصغير.

لاحظ

(1) في المكبس الهيدروليكي تكون الفائدة الآلية دائمًا أكبر من الواحد الصحيح:

لأن القوة الناتجة عند المكبس الكبير دائمًا أكبر من القوة المؤثرة على المكبس الصغير.

(2) الفائدة الآلية ليس لها وحدة قياس:

لأنها نسبة بين كميتين من نفس النوع (لهما نفس وحدة القياس).

كفاءة المكبس الهيدروليكي:

هي النسبة بين الشغل الناتج عند المكبس والشغل المبذول على المكبس الصغير.

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{الشغل المبذول عند المكبس الكبير}}{\text{الشغل المبذول على المكبس الصغير}} = \frac{Fy_2}{fy_1}$$

لاحظ

(1) لا يستخدم المكبس الهيدروليكي في زيادة الطاقة:

لأنه حسب قانون بقاء الطاقة يكون الشغل المبذول على المكبس الصغير يساوي الشغل المبذول عند المكبس الكبير.

(2) لا تصل كفاءة أي مكبس هيدروليكي إلى 100%:

لوجود قوى احتكاك بين المكبسين وجدار الأنبوبة بالإضافة إلى وجود فقاعات غازية في السائل الهيدروليكي تستهلك شغلًا في تقليل حجمها.

(3) يراعى أن يكون الزيت في المكبس الهيدروليكي خاليًا من الفقاعات:

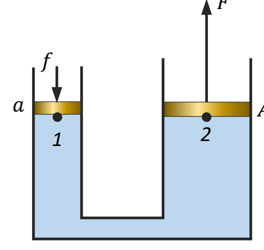
حتى ينتقل الضغط بتمامه ولا يستنفذ جزء من هذا الضغط في إنقاص حجم الفقاعات الغازية لأن الغاز قابل للانضغاط.

(4) لا يُفضل استخدام الماء في المكبس الهيدروليكي:

لأن الماء مذاب به هواء والهواء قابل للانضغاط فيستهلك جزء من الشغل لضغط الهواء فلا ينتقل الضغط بتمامه إلى المكبس الكبير فتقل الفائدة الآلية.

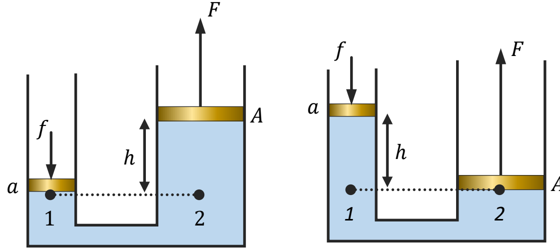
حالات المكبس الهيدروليكي عند الاتزان

المكبسان في نفس المستوى الأفقي



$$P_1 = P_2$$
$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

المكبسان في مستويين مختلفين



$$P_1 = P_2$$
$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho g h$$

$$P_1 = P_2$$
$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} + \rho g h$$

لاحظ

(1) لا يطبق القانون $\frac{f}{a} = \frac{F}{A}$ إلا إذا كان المكبسين في مستوى أفقي واحد.

(2) كل من القوتين المؤثرتين على المكبسين تقدر بالنيوتن وكل منهما = الكتلة × عجلة الجاذبية الأرضية.

$$f = m \times g, \qquad F = M \times g$$

(3) المكبس الهيدروليكي ينقل الضغط بتمامه فقط ولا يزيده ولا ينقصه.

(4) عندما ينخفض المكبس الصغير الذي مساحة مقطعه (a) بتأثير قوة (f) مسافة (y_1) فإن المكبس الكبير الذي مساحة مقطعه (A) بتأثير قوة (F) مسافة (y_2) ويكون:

حجم السائل المنتقل من المكبس الصغير = حجم السائل المنتقل إلى المكبس الكبير

$$Ay_2 = ay_1$$

(5) يستطيع المكبس الهيدروليكي أن يرفع أثقال كبيرة باستخدام قوة صغيرة عند المكبس الصغير:

لأن الضغط على المكبسين متساوي وحيث أن مساحة المكبس الكبير أكبر من مساحة المكبس الصغير تكون القوة الناتجة عن المكبس الكبير أكبر من القوة المؤثرة على المكبس الصغير, وبالتالي يستخدم المكبس الهيدروليكي كمكبر للقوة.

(6) الضغط على المكبس الكبير = الضغط على المكبس الصغير.

أي أن: النسبة بين الضغط الواقع على كل من المكبس الكبير والصغير = 1

(7) الشغل على المكبس الكبير = الشغل على المكبس الصغير.

أي أن: النسبة بين الشغل المبذول على كل من المكبس الكبير والصغير = 1

(8) زمن حركة المكبس الكبير = زمن حركة المكبس الصغير.

(9) القوة على المكبس الكبير > القوة على المكبس الصغير.

(10) سرعة حركة المكبس الكبير > سرعة حركة المكبس الصغير.

(11) إزاحة المكبس الكبير > إزاحة المكبس الصغير.

مسائل محلولة

(1) إذا كانت النسبة بين قطري المكبسين في المكبس المائي هي 2 : 9 فكم تكون النسبة بين القوتين المؤثرتين على المكبسين؟

الحل

$$\frac{F}{f}=\frac{A}{a}=\frac{\pi R^2}{\pi r^2}=\frac{R^2}{r^2}=\frac{(9\div 2)^2}{(2\div 2)^2}=\frac{81}{4}$$

****

(2) المكبسان الصغير والكبير في مكبس هيدروليكي قطراهما $24\ cm, 2\ cm$ على الترتيب، احسب القوة المؤثرة على المكبس الصغير لتولد قوة على المكبس الكبير $2000\ N$ وكذلك الفائدة الآلية للمكبس.

الحل

$$\frac{F}{f}=\frac{A}{a}$$

$$f=\frac{Fa}{A}=\frac{F\,\pi\, r^2}{\pi\, R^2}=\frac{F\,r^2}{R^2}=\frac{2000\times(1\times10^{-2})^2}{(12\times10^{-2})^2}=13.9\ N$$

$$\eta=\frac{A}{a}=\frac{\pi\, R^2}{\pi\, r^2}=\frac{R^2}{r^2}=\frac{(12\times10^{-2})^2}{(1\times10^{-2})^2}=144$$

****

(3) في محطة غسيل السيارات كان قطر أنبوبة الهواء المضغوط في آلة ترفع الهيدروليكي $2\ cm$ وقطر المكبس الكبير $32\ cm$ احسب قوة ضغط الهواء اللازم لرفع سيارة كتلتها $1800\ kg$, $g=10\ m/s^2$

الحل

$$P=\frac{F}{A}=\frac{Mg}{\pi R^2}=\frac{1800\times10\times7}{22\times(16)^2\times10^{-4}}=2.237\times10^5\ N/m^2$$

****

(4) مكبس هيدروليكي قطر مكبسه الصغير $2\ cm$ وتؤثر عليه قوة قدرها $200\ N$ وقطر مكبسه الكبير $24\ cm$ احسب
(أ) أكبر كتلة يمكن رفعها بالمكبس الكبير.
(ب) الفائدة الآلية للمكبس.
(ج) الضغط الواقع على المكبس الكبير والصغير.
$(\pi = 3.14, g = 10\ m/s)$

الحل

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

$$\frac{M \times g}{f} = \frac{\pi R^2}{\pi r^2} \rightarrow \frac{M \times 10}{200} = \frac{(12)^2}{(1)^2}$$

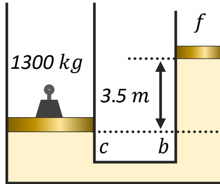
$$M = 2880\ kg$$

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{2880 \times 10}{200} = 144$$

طبقًا لمبدأ باسكال فإن الضغط الواقع على المكبس الكبير = الضغط الواقع على المكبس الصغير.

$$P = \frac{f}{a} = \frac{f}{\pi r^2} = \frac{200}{3.14 \times (1 \times 10^{-2})} = 6.369 \times 10^5\ N/m^2$$

****



(5) في الشكل الموضح بالرسم إذا كانت كتلة المكبس الكبير $1300\ kg$ ومساحة مقطعه $0.2\ m^2$ ومساحة مقطع المكبس الصغير $30\ cm^2$ وكتلته مهملة، كثافة الزيت المملوء به المكبس $780\ kg/m^3$ احسب قيمة القوة F اللازمة لحدوث الاتزان $(g = 9.8\ m/s)$

الحل

الضغط عند c = الضغط عند b

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho g h$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} - \rho g h$$

$$f = \left(\frac{F}{A} - \rho g h\right) a$$

$$= \left(\frac{1300 \times 9.8}{0.2} - 780 \times 9.8 \times 3.5\right) \times 30 \times 10^{-4}$$

$$= 110838\ N$$

أولًا: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. تنطبق قاعدة باسكال على ....
ⓐ السوائل فقط ⓑ الغازات فقط ⓒ المواد الصلبة فقط ⓓ السوائل والغازات

2. في الروافع الهيدروليكية التي تعتمد على مبدأ باسكال يتم مضاعفة ....
ⓐ الضغط ⓑ الشغل المبذول ⓒ القوة ⓓ السرعة

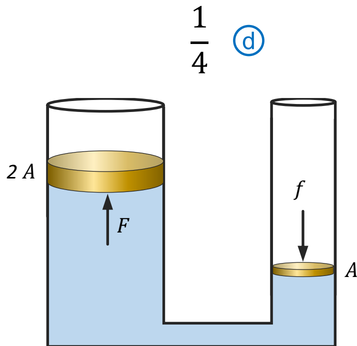
3. مكبس هيدروليكي النسبة بين نصفي قطري مكبسيه $\frac{8}{3}$، فتكون النسبة بين الشغل الناتج عند المكبس الكبير والشغل المبذول على المكبس الصغير في المكبس الهيدروليكي المثالي ......
ⓐ $\frac{8}{3}$ ⓑ $\frac{3}{8}$ ⓒ $\frac{1}{1}$ ⓓ $\frac{64}{9}$

4. في المكبس الهيدروليكي النسبة بين القوة الناتجة عند المكبس الكبير والقوة المؤثر على المكبس الصغير عند اتزان المكبسين في مستوى أفقي واحد .....
ⓐ أكبر من الواحد الصحيح ⓑ أقل من الواحد الصحيح
ⓒ تساوي الواحد الصحيح ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

5. في المكبس الهيدروليكي تكون النسبة بين إزاحة المكبس الصغير وإزاحة المكبس الكبير .....
ⓐ أكبر من الواحد الصحيح ⓑ أصغر من الواحد الصحيح
ⓒ تساوي الواحد الصحيح ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

6. إذا كانت مساحة مقطع المكبس الكبير ضِعف مساحة مقطع المكبس الصغير فعند اتزان المكبس الهيدروليكي تكون نسبة حجم السائل المزاح لأسفل في أسطوانة المكبس الصغير إلى حجم السائل المزاح لأعلى في أسطوانة المكبس الكبير هي ......
ⓐ $\frac{1}{2}$ ⓑ $\frac{2}{1}$ ⓒ $\frac{1}{1}$ ⓓ $\frac{1}{4}$

7. في الشكل المقابل تكون نسبة الضغط المؤثر على المكبس الكبير إلى الضغط المؤثر على المكبس الصغير .....
ⓐ $\frac{1}{2}$ ⓑ $\frac{1}{1}$
ⓒ تساوي الواحد الصحيح ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة



8. إذا كانت النسبة بين قطري مكبسي المكبس الهيدروليكي هي، فإن نسبة الضغط المؤثر على المكبس الصغير إلى الضغط الناتج عند المكبس الكبير في حالة اتزان المكبسين في مستوى أفقي واحد هي ....
ⓐ $\frac{1}{5}$ ⓑ $\frac{5}{1}$ ⓒ $\frac{1}{1}$ ⓓ $\frac{25}{1}$

9. إذا كانت النسبة بين نصفي قطري أسطوانتي المكبس الهيدروليكي $\frac{5}{2}$، فإن الفائدة الآلية للمكبس تساوي .....
ⓐ $\frac{2}{5}$ ⓑ $\frac{5}{2}$ ⓒ $\frac{4}{25}$ ⓓ $\frac{25}{4}$

.10 إذا كانت الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكي تساوي 250 ومساحة المكبس الصغير $2.5\ cm^2$, فإن نصف قطر المكبس الكبير يساوي ...

ⓐ $14.1\ cm$ ⓑ $1000\ cm$ ⓒ $198.81\ cm$ ⓓ $10^4\ cm$

.11 آلة ضغط هيدروليكي مساحة مقطع مكبسها الكبير شعة أمثال مساحة مقطع مكبسها الصغير, إذا أثرت قوة مقدارها $100\ N$ على المكبس الصغير فإن القوة الناتجة عند المكبس الكبير عند اتزان المكبسين في مستوى أفقي واحد تساوي ....

ⓐ $100\ N$ ⓑ $1000\ N$ ⓒ $2000\ N$ ⓓ $10^4\ N$

.12 مكبس هيدروليكي قطرا مكبسيه الصغير والكبير على الترتيب $10\ cm, 100\ cm$ فإذا أثرت قوة مقداها $800\ N$ على المكبس الصغير, فإن أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير ليتزن المكبسين في مستوى أفقي واحد تساوي .....

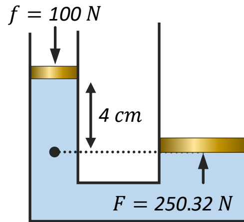
ⓐ $4000\ kg$ ⓑ $8000\ kg$ ⓒ $10\ ton$ ⓓ $12\ ton$

.13 مكبس مائل مثالي نصف قطر مكبسه الكبير $0.5\ cm$, عند وضع ثقل كتلته $10\ kg$ على مكبسه الصغير تمكن مكبسه الكبير من رفع ثقل كتلته $5 \times 10^3\ kg$ واتزان المكبسين في مستوى أفقي واحد, فإن ....

	الفائدة الآلية	نصف قطر المكبس الصغير (m)
ⓐ	500	0.025
ⓑ	250	0.022
ⓒ	250	0.025
ⓓ	500	0.022

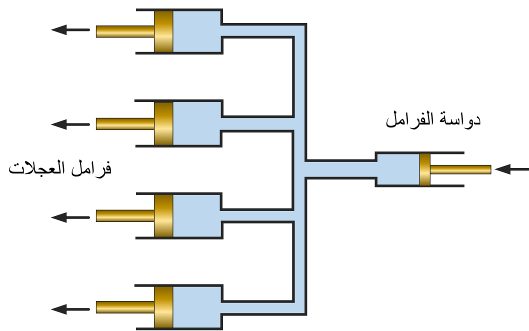
.14 الشكل المقابل يوضح مكبس هيدروليكي في حالة اتزان مساحة مقطع مكبسه الكبير $10\ cm^2$ ومساحة مقطع مكبسه الصغير $4\ cm^2$, فتكون كثافة السائل الهيدروليكي ....

(علمًا بأن: $g = 10\ m/s^2$)



ⓐ $720\ kg/m^3$ ⓑ $800\ kg/m^3$
ⓒ $980\ kg/m^3$ ⓓ $1250\ kg/m^3$

.15 الشكل المقابل يوضح نظام الفرامل الهيدروليكي في سيارة, فإذا كانت مساحة مقطع المكبس المتصل بدواسة الفرامل $8\ cm^2$ ومساحة مقطع كل مكبس من مكابس فرامل العجلات $12\ cm^2$ وأثرت قوة $800\ N$ على دواسة الفرامل, فإن القوة المؤثرة على كل مكبس من مكابس فرامل العجلات تساوي ......



ⓐ $300\ N$ ⓑ $530\ N$
ⓒ $1200\ N$ ⓓ $4800\ N$

16. عندما يحتوي سائل المكبس على فقاعات هوائية فإن النسبة بين الضغط على المكبس الكبير إلى الضغط على المكبس الصغير .....

ⓐ أكبر من الواحد الصحيح
ⓑ أصغر من الواحد الصحيح
ⓒ تساوي الواحد الصحيح
ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

17. عند زيادة الضغط إلى حد معين على سائل محبوس في إناء يمكن أن ينفجر الإناء ويفسر ذلك .....

ⓐ كثافة السائل
ⓑ قانون الضغط
ⓒ قاعدة باسكال
ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

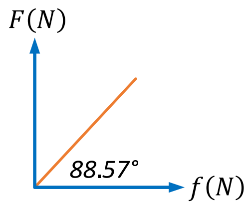
18. جهاز يستخدم لمضاعفة القوة ....

ⓐ البارومتر
ⓑ المانومتر
ⓒ المكبس الهيدروليكي
ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

19. عندما يكون المكبس كفاءته 100% فهذا يعني أن ....

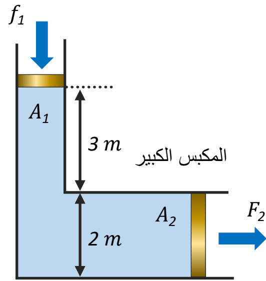
ⓐ خالي من الفقاعات
ⓑ عديم الاحتكاك
ⓒ مثالي
ⓓ جميع ما سبق

20. من الشكل البياني المقابل الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكي ...... تقريبًا.



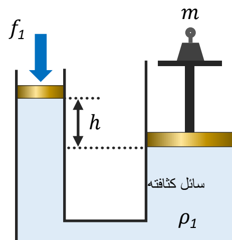
ⓐ 0.99
ⓑ 40
ⓒ 24
ⓓ 100

21. الشكل المقابل يوضح مكبس هيدروليكي في حالة اتزان، فإذا تم استبدال السائل المستخدم بآخر كثافته أقل، فماذا يحدث لحالة الاتزان؟ وإذا اختل الاتزان فما التغيير الواجب إحداثه على القوة f_1 ليظل متزن كما بالشكل؟



	حالة الاتزان	التغير في f_1
ⓐ	تظل ثابتة	تظل ثابتة
ⓑ	يختل الاتزان	انقاص f_1
ⓒ	يختل الاتزان	انقاص f_1
ⓓ	يختل الاتزان	تظل ثابتة

22. في الشكل المقابل مكبس هيدروليكي يستخدم في توليد قوة مقدارها $3.3 \times 10^4\ N$ فإذا كانت مساحة مقطع مكبسه الصغير $0.5\ m^2$, ومساحة مقطع مكبسه الصغير $0.01\ m^2$ والمكبس مملوء بسائل كثافته النسبية 0.9, فإن أقل قوة يمكن التأثير بها على مكبسه الصغير لتحقيق هذا الغرض تساوي (علمًا بان: $g = 10\ m/s^2$)



ⓐ $300\ N$
ⓑ $210\ N$
ⓒ $3000\ N$
ⓓ $9500\ N$

23. يقف عمرو على المكبس الكبير لمكبس هيدروليكي وحدث الاتزان عند وضعت كتلة مقدارها $4\ kg$ على المكبس الصغير وعندما يرفع عمرو إحدى قدميه من على المكبس فعند الاتزان تكون الكتلة على المكبس الصغير kg ....

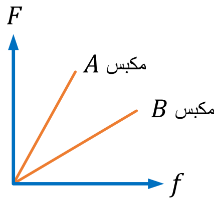
ⓐ 8　　ⓑ 4　　ⓒ 2　　ⓓ 1

24. جميع ما يلي متساوي عند المبكسين (المكبسين في نفس الارتفاع) ما عدا ....

ⓐ زمن حركة المكبسين　　ⓑ حجم السائل المتحرك

ⓒ سرعة المكبسين　　ⓓ الضغط أسفل المكبسين

25. من العلاقة البيانية المقابلة أي مما يلي صحيح؟



ⓐ المكبسان لهما نفس الفائدة الآلية

ⓑ الفرق بين مساحة مقطعي المكبس A أكبر من الفرق بين مساحة مقطعي المكبس B

ⓒ الفرق بين مساحة مقطعي المكبس A أقل من الفرق بين مساحة مقطعي المكبس B

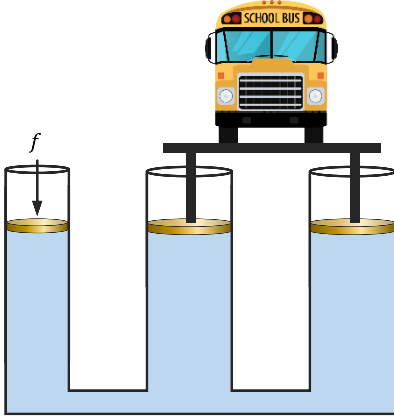
ⓓ الفرق بين مساحة مقطعي المكبس A يساوي الفرق بين مساحة مقطعي المكبس B

ثانيًا: الأسئلة المقالية

1. الشكل المقابل يوضح مكبسان يستخدمان لرفع أتوبيس كتلته $30\ ton$ مساحة مقطع كل منهما $0.1\ m^2$ متصلين بمكبس ثالث تؤثر عليه قوة $200\ N$ فإذا كانت المكابس الثلاثة متزنة في مستوى أفقي واحد، احسب مساحة مقطع المكبس الثالث.

(علمًا بأن: $g = 10\ m/s^2$)

$(1.33 \times 10^{-3}\ m^2)$

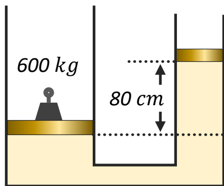


....

....

2. مكبس هيدروليكي مملوء بزيت كثافته $780\ kg/m^3$ مساحة مقطع مكبسه الكبير $800\ cm^2$ ويحمل كتلة مقدارها $600\ kg$ ومساحة مقطع مكبسه الصغير $5\ cm^2$ بإهمال كتلة المكبسين احسب قيمة الكتلة التي يجب وضعها فوق المكبس الصغير للحفاظ على توازن المجموعة كما هو موضح بالشكل.

(علمًا بأن: $g = 10\ m/s^2$)



$(3.438\ kg)$

....

....

....

الوحــــدة
الرابعة

الحـــــــرارة

◂ **الفصل السادس** : قوانين الغازات



قوانين الغازات

تتحرك جزيئات أي مادة حركة مستمرة ويختلف نوع هذه الحركة باختلاف حالة المادة:

(1) جزيئات المواد الصلبة	(2) جزيئات المواد السائلة	(3) جزيئات المواد الغازية
تتحرك حركة تذبذبية (اهتزازية) فقط	تتحرك حركة انتقالية وتذبذبية	تتحرك حركة انتقالية عشوائية

خصائص المواد الغازية

(1) تتحرك جزيئات أي غاز حركة عشوائية مستمرة تسمى الحركة البراونية نسبة إلى مكتشفها العالِم براون.

(2) توجد مسافات فاصلة بين الجزيئات تسمى المسافات الجزيئية (البينية).

(3) الغازات قابلة للانضغاط.

الحركة البراونية

- اكتشـف عالِم النبات الاسـكتلندي (براون) أن حبوب اللقاح المعلقة في ماء ساكن تكون دائمًا في حالة حركة عشوائية مستمرة في جميع الاتجاهات ويُسمى هذا النوع من الحركة بالحركة البراونية نسبة إلى العالم براون.
- يمكن توضيح الحركة البراونية بهذه التجربة.

الحركة البراونية: هي مجموعة حركات عشوائية لجزيئات المائع (سائل أو غاز) في خطوط مستقيمة وفي جميع الاتجاهات.

الحطوات: إذا فحصنا دخانًا متصاعدًا من شمعة بواسطة ميكروسكوب.

الملاحظة: دقائق الكربون المكوّنة للدخان تتحرك في جميع الاتجاهات بطريقة عشوائية.

التفسير:

تتحرك جزيئات الهواء بسرعات مختلفة في جميع الاتجاهات في خطوط مستقيمة بطريقة عشوائية، فتصطدم مع بعضها البعض، كما تصطدم مع دقائق الكربون المُكوِّنة للدخان.	عندما يكون عدد التصادمات مع أحد جوانب دقيقة الكربون في لحظة معيّنة أكبر من عدد التصادمات مع الجانب المقابل، فإن دقيقة الكربون سوف تتحرك في اتجاه معيّن لمسافة قصيرة، وتكرر هذه الحركة ولكن في اتجاهات أخرى، وذلك لأن جزيئات الغاز حرة الحركة ودائمة التصادم وبالتالي تغيّر اتجاه حركتها عشوائيًا بفعل الحرارة.

الاستنتاج:

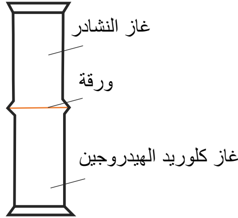
جزيئات الغاز في حالة حركة عشوائية مستمرة وأثناء حركتها تتصادم مع بعضها البعض, كما تتصادم مع جدران الإناء الذي يحتويها.

المسافات الجزيئية (البينية)

توجد مسافات فاصلة بين الجزيئات تسمى المسافات الجزيئية (البينية) ويمكن إثبات وجود هذه المسافات من خلال إجراء التجربة التالية:

الخطوات:

احضر مخبارين أحدهما مملوء بغاز النشادر (أقل كثافة) والآخر مملوء بغاز كلوريد الهيدروجين (أكبر كثافة) ومغطى بورقة, ثم نكس المخبار الأول فوق المخبار الثاني واسحب الورقة.



الملاحظة:

تتكوّن سُحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم تأخذ في النمو والانتشار حتى تملأ كل حيّز المخبارين.

انتشار سُحب بيضاء من كلوريد الأمونيوم

سُحب كلوريد الأمونيوم تملأ المخبارين

التفسير:

تنتشر جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين إلى أعلى متخللة المسافات الفاصلة بين جزيئات النشادر وكذلك تنتشر جزيئات غاز النشادر إلى أسفل خلال المسافات الفاصلة بين جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين على الرغم من أن كثافة غاز كلوريد الهيدروجين أكبر من كثافة غاز النشادر, وتتحد جزيئات الغازين معًا مكوّنة سحب بيضاء من غاز كلوريد الأمونيوم الذي تنتشر جزيئاته لتملأ المخبارين.

الاستنتاج:

توجد بين جزيئات الغازات مسافات فاصلة كبيرة نسبيًا تعرف بالمسافات الجزيئية (البينية).

قابلية الغاز للانضغاط

عند تعرض جزيئات غاز للضغط فإن المسافات الجزيئية الكبيرة نسبيًا تسمح بتقارب جزيئات الغاز من بعضها وبالتالي تقل المسافات الجزيئية بين الجزيئات فيقل الحجم الذي يشغله الغاز.

قوانين الغازات

- من خلال دراستنا لخصائص المادة الغازية يتضح أن التجارب التي تجري لقياس التمدد الحراري لـ:

(1) **الغازات:**

تجارب معقدة لأن حجم الغاز يتغيّر بتغيّر كل من درجة الحرارة أو الضغط أو كليهما.

(2) **الجوامد والسوائل:**

لا تظهر بهذه الصعوبة لأن حجمها يتغيّر بتغيّر درجة الحرارة ولا يتغيّر الضغط لأن قابليتها للانضغاط صغيرة جدًا لدرجة يمكن إهمالها.

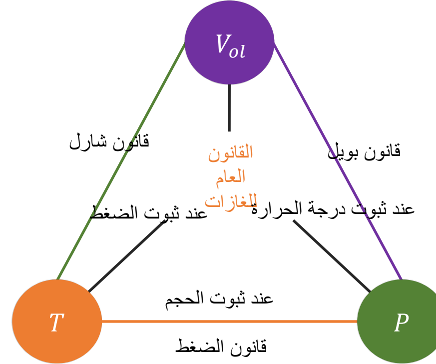
- عند دراسة سلوك الغاز يجب الأخذ في الاعتبار ثلاثة متغيرات هي الحجم والضغط ودرجة الحرارة وتمثل العلاقات بين هذه المتغيرات ما يعرف بقوانين الغازات وهي:

(1) **قانون بويل:** يعبّر عن العلاقة بين حجم كمية معيّنة من الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.

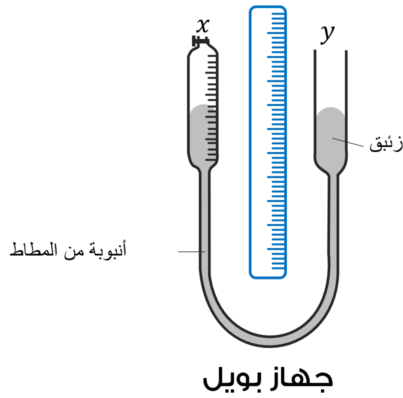
(2) **قانون شارل**: يعبّر عن العلاقة بين حجم كمية معينة من الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط.

(3) **قانون الضغط**: يعبّر عن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم.

(4) **القانون العام للغازات**: يعبّر عن العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه ودرجة حرارته.



قانون بويل



جهاز بويل

- عند ثبوت درجة حرارة غاز فإن حجم الغاز يتغيّر بتغيّر ضغطه.
- لدراسة العلاقة بين حجم كمية معينة من غاز وضغطها عند ثبوت درجة الحرارة تقوم بإجراء التجربة التالية.

الغرض من التجربة:

(1) دراسة العلاقة بين حجم كمية معينة من غاز وضغطها عند ثبوت درجة الحرارة.

(2) تحقيق قانون بويل.

تركيب جهاز بويل:

(1) أنبوبة زجاجية x منتظمة المقطع ومساحة مقطعها A يبدأ تدريجها من أعلى وبها صنبور من أعلى ومثبتة على حامل عليه مسطرة مدرجة.

(2) أنبوبة y مفتوحة من أعلى قابلة للحركة لأعلى ولأسفل ويمكن تثبيتها عند أي وضع.

(3) أنبوبة من المطاط توصل الأنبوبة x بالأنبوبة y

(4) تحتوي الأنبوبتان على كمية مناسبة من الزئبق.

(5) قائم رأسي يحمل الأنبوبتين x, y ومثبّت على قاعدة أفقية ترتكز على ثلاثة مسامير محواة يمكن بواسطتها جعل القائم رأسيًا تمامًا.

الثوابت في التجربة:

(1) درجة الحرارة.

(2) كتلة الغاز.

(3) عدد جزيئات الغاز.

(4) الضغط الجوي.

احتياطات التجربة:

(1) أن تكون الأنبوبة x منتظمة المقطع حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسًا لحجم الهواء المحبوس.

(2) أن يكون صنبور الأنبوبة x محكم الغلق حتى لا تتغيّر كتلة الغاز المحبوس.

(3) أن تكون درجة الحرارة ثابتة طوال التجربة.

خطوات العمل:

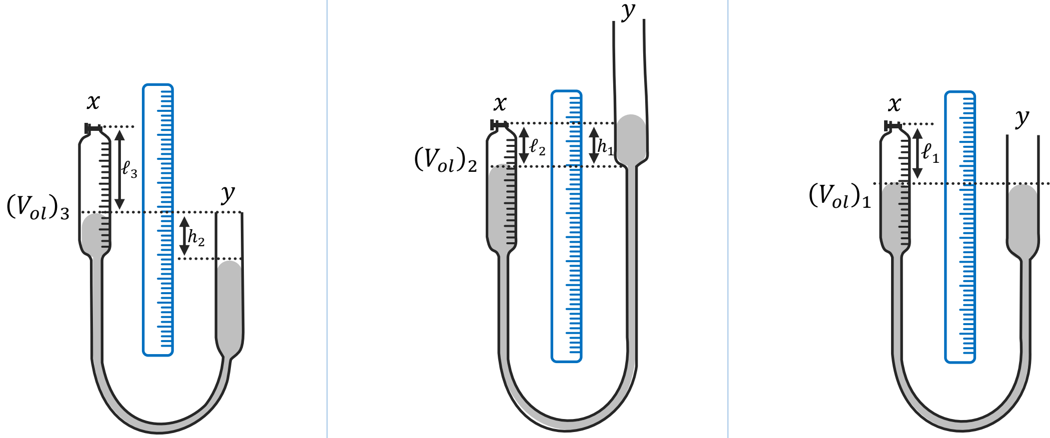
(1) عيّن قيمة الضغط الجوي (P_a) باستخدام البارومتر الزئبقي بوحدات $cm\ Hg$.

(2) افتح صنبور الأنبوبة (x) مع تحريك الأنبوبة (y) لأعلى ولأسفل يصبح سطح الزئبق في الأنبوبة (x) عند منتصفها, وحيث أن الأنبوبتان مفتوحتان فإن سطح الزئبق فيهما يكون في مستوى أفقي واحد.

(3) اغلق صنبور الأنبوبة (x) لتحبس حجمًا من الهواء $(V_{ol})_1$ يكون ضغطه $P_1 = P_a$

(4) حرّك الأنبوبة (y) لأعلى فيقل حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة (x) إلى $(V_{ol})_2$ ويصبح ضغطه $P_2 = P_a + h$

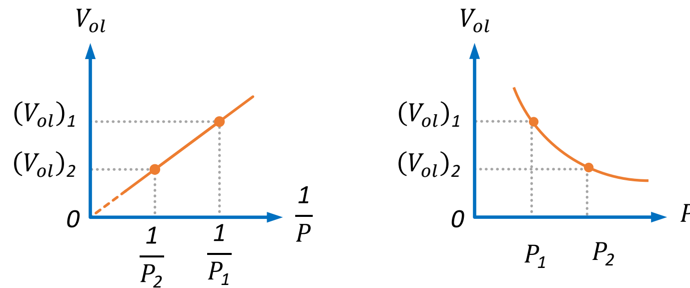
(5) حرّك الأنبوبة (y) لأسفل فيزداد حجم الهواء المحبوس في الأنبوبة (x) إلى $(V_{ol})_3$ ويصبح ضغطه $P_3 = P_a - h$



(6) كرر الخطوتين (4), (5) عدة مرّات وفي كل مرّة عيّن P, V_{ol} ودون النتائج في جدول.

(7) ارسم علاقة بيانية بين:

- (V_{ol}) على المحور الرأسي, (P) على المحور الأفقي فتحصل على خط منحنى.
- (V_{ol}) على المحور الرأسي, $\left(\frac{1}{P}\right)$ على المحور الأفقي فتحصل على خط مستقيم.



الملاحظة:

حجم كمية معينة من غاز يتناسب عكسيًا مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.

الاستنتاج:

عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل الضرب PV_{ol} لكمية معينة من غاز مقدارًا ثابتًا.

قانون بويل: عند ثبوت درجة الحرارة يتناسب حجم كمية معينة من غاز تناسبًا عكسيًا مع ضغطه. أو عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز وضغطه يساوي مقدار ثابت.

$$V_{ol}\ \alpha\ \frac{1}{P}$$
$$V_{ol} = const\ \frac{1}{P}$$
$$PV_{ol} = const$$
$$P_1(V_{ol})_1 = P_2(V_{ol})_2$$

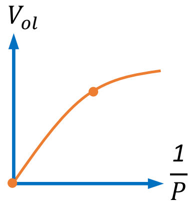
لاحظ:

(1) زيادة حجم غاز يسبب نقصًا في ضغطه بفرض ثبوت درجة الحرارة:
لأن زيادة الحجم معناها زيادة الحيّز الذي تتحرك فيه الجزيئات فيقل معدل تصادم الجزيئات مع جدران الإناء فيقل الضغط.

(2) إذا انضغط غاز إلى نصف حجمه الأصلي فإن ضغطه يزداد للضِعف:
لأنه طبقًا لقانون بويل يتناسب حجم الغاز عكسيًا مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة.

(3) حجم الفقاعة في الهواء بالقرب من سطح الماء أكبر من حجمها عند قاع الإناء:
لأن الضغط عند السطح أقل من الضغط عند القاع وتبعًا لقانون بويل يتناسب الحجم عكسيًا مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة.

(4) يمكن للغاز أن يشذ عن قانون بويل في حالة الضغوط العالية:
لأنه تتقارب الجزيئات جدًا من بعضها ويبدأ الغاز في التحول من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة وقد يتحول إلى الحالة الصلبة وحينئذٍ لا تنطبق قوانين الغازات.



(5) مدى قانون بويل:
المدى الذي يخضع فيه الغاز لقانون بويل هو الخط المستقيم وبداية الانحناء تدل على عدم خضوع الغاز لقانون بويل, أي أنه يوجد قيمة معينة للضغط يبدأ بعدها ظهور انحناء في الخط المستقيم تدل على عدم خضوع الغاز لقانون بويل.

ملاحظات هامة لحل مسائل قانون بويل

ملحوظة (1):
عند خلط عدة غازات لا تتفاعل مع بعضها في حيّز واحد فإن:

- كل غاز بعد الخلط يشغل حجم الحيّز كله.
- كل غاز في الخليط له ضغط خاص به.
- الضغط الكلي للخليط = مجموع ضغوط الغازات.

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

للخليط $PV = P_1V_1 + P_2V_2 + P_3V_3$

بعد الخلط $(P_1V_1 + P_2V_2) =$ قبل الخليط $(P_1V_1 + P_2V_2)$

(1) كمية من غاز تشغل حجمًا مقداره $800\ cm^3$ تحت ضغط $76\ cmHg$، احسب حجم هذه الكمية تحت درجة حرارة ثابتة وتحت ضغط $0.5\times10^5\ N/m^2$ علمًا بأن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ وعجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$

الحل

$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$(0.76\times13600\times9.8)\times800 = 0.5\times10^5\times V_2$$
$$V_2 = \frac{0.76\times13600\times9.8\times800}{0.5\times10^5} = 1620.68\ cm^3$$

****

(2) كمية من غاز الهيدروجين حجمها $12\ liter$ وضغطها $15\ cmHg$ خلطت مع كمية أخرى من نفس الغاز حجمها $8\ liter$ وضغطها $45\ cmHg$ وذلك في إناء واحد مغلق سعته $6\ liter$، احسب الضغط الكلي للكميتين عند ثبوت درجة الحرارة.

الحل

$$PV = P_1V_1 + P_2V_2$$
$$P\times6 = (15\times12)+(45\times8)$$
$$P = 90\ cmHg$$

ملحوظة (2):

عند وضع بالون به هواء حجمه V_1 داخل صندوق حجمه V ثم إغلاق الصندوق فإنه عند انفجار البالون يحدث خلط بين الغاز داخل البالون والغاز خارج البالون والذي يوجد داخل الصندوق ويصبح:

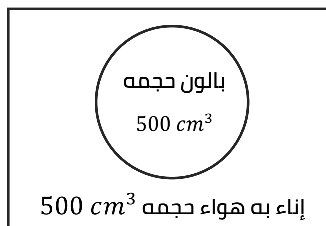
حجم الصندوق = V للخليط

$V_2 = V - V_1$ (للهواء خارج البالون والموجود في الصندوق)

$P_2 = P_a$ (للهواء خارج البالون والموجود في الصندوق)

(3) وُضِع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه $500\ cm^3$ وتحت ضغط 2 ضغط جوي في إناء مكعب الشكل طول ضلعه $10\ cm$ ثم أُحكم غلق الإناء احسب الضغط النهائي داخل الإناء عند انفجار البالون (مع إهمال حجم المطاط) وبفرض ثبوت درجة الحرارة.

الحل



حجم الهواء داخل الإناء $= 10^3 - 500 = 500\ cm^3$

عند انفجار البالون يختلط الهواء المحبوس به مع الهواء الموجود في الإناء

$$PV_{\text{للخليط}} = P_1V_{1\ \text{هواء البالون قبل الخلط}} + P_2V_{2\ \text{هواء الإناء قبل الخلط}}$$
$$P\times10^3 = (2\times500)+(1\times500)$$
$$1000\ P = 1000+500 = 1500$$
$P = 1.5$ ضغط جوي

****

ملحوظة (3):

في مسائل الفقاعة عندما ترتفع الفقاعة من أسفل الماء إلى أعلى حتى تصبح تحت سطح الماء مباشرةً فإن حجم الفقاعة يزداد لأن الضغط الواقع على الفقاعة يقل طبقًا لقانون بويل ويصبح:

$$P = P_a \quad \text{(عند سطح الماء)}$$

$$P = P_a + \rho\, gh \quad \text{(داخل الماء)}$$

بتطبيق قانون بويل:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$(P_a + \rho gh)\, V_1 = P_a\, V_2$$

مع ملاحظة أن:

حجم الفقاعة = حجم الكرة = $\frac{4}{3}\pi r^3$

****

(4) فقاعة هوائية حجمها وهي في قاع حمام سباحة $1\ cm^3$ وعندما وصلت إلى سطح ماء الحمام كان حجمها $2\ cm^3$ احسب عمق الحمام عن موضع الفقاعة علمًا بأن الضغط الجوي حينئذٍ 1 بار وكثافة ماء الحمام $1000\ kg/m^3$ وعجلة السقوط الحر في هذا المكان $10\ m/s^2$

الحل

$P_1V_1 = P_2V_2$

$P_1 \times 1 = 10^5 \times 2$

الضغط عند القاع $P_1 = 2 \times 10^5\ N/m^2$

$P_1 = P_a + \rho gh$

$2 \times 10^5 = 10^5 + (1000 \times 10 \times h)$

عمق الحمام $h - 10\ m$

****

(5) فقاعة من الهواء على عمق $50\ m$ من سطح بحيرة ارتفعت إلى أعلى حتى وصلت إلى السطح فإذا كان حجمها عند سطح البحيرة $25\ cm^3$، احسب حجمها عند هذا العمق عند هذا العمق علمًا بأن الضغط الجوي $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ كثافة ماء البحيرة $1000\ kg/m^3$، عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ بفرض ثبوت درجة حرارة ماء البحيرة.

الحل

$P_1V_1 = P_2V_2$

$(P_a + \rho gh)\, V_1 = P_a\, V_2$

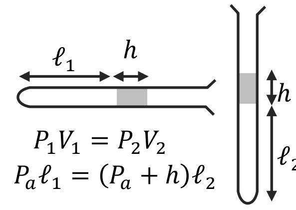
$(1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 50)\, V_1 = 1.013 \times 10^5 \times 25 \times 10^{-6}$

$V_1 = 4.3 \times 10^{-6}\ m^3 = 4.3\ cm^3$

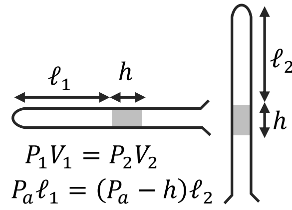
ملحوظة (4):

في مسائل الأنبوبة الشعرية عند وضع خيط زئبق طوله (h) في أنبوبة شعرية بحيث تحبس حجم معين من الهواء طوله (ℓ) فإذا كانت الأنبوبة أفقية ثم وضعت في وضع رأسي وفوهتها:

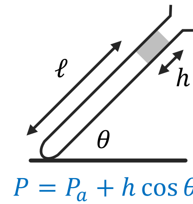
(1) لأعلى:



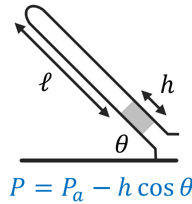
(2) لأعلى:



وإذا كانت الأنبوبة مائلة فإن:



$P = P_a + h\cos\theta$



$P = P_a - h\cos\theta$

****

(6) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع بها خيط زئبق $10\ cm$ يحبس عمود من الهواء طوله $30\ cm$ عندما تكون رأسية وفوهتها لأسفل، فإذا كان الضغط الجوي $76\ cmHg$، احسب طول عمود الهواء عند وضع الأنبوبة أفقيًا.

الحل

$P_1V_1 = P_2V_2$

$P_a\ \ell_1 = (P_a - h)\ \ell_2$

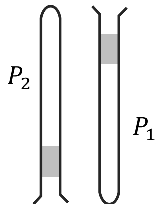
$76\ \ell_1 = (76 - 10) \times 30$

$\ell_1 = 26\ cm$

****

(7) أنبوبة شعرية بها خيط من الزئبق طوله $1\ cm$ يحبس كمية من الهواء طولها $10\ cm$ وذلك عندما كانت الأنبوبة رأسية وفوهتها إلى أعلى، احسب طول عمود الهواء المحبوس بالأنبوبة عندما تنكس الأنبوبة رأسيًا وفوهتها إلى أسفل علمًا بأن الضغط الجوي $75\ cmHg$

الحل



$P_1V_1 = P_2V_2$

$(P_a + h) \times A \times 10 = (P_a - h) \times A \times \ell_2$

$(P_a + h) \times 10 = (P_a - h) \times \ell_2$

$(75 + 1) \times 10 = (75 - 1) \times \ell_2$

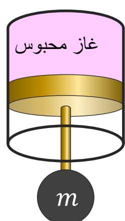
$760 = 74\ \ell_2$

$\ell_2 = 760 \div 74 = 10.27\ cm$

ملحوظة (5):

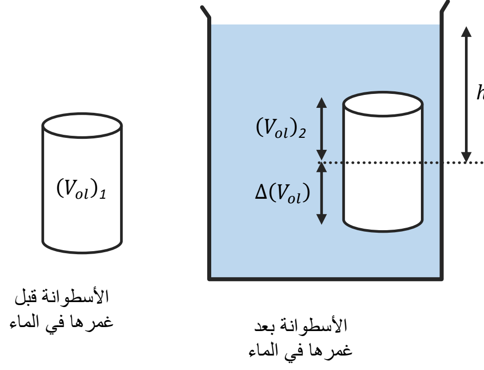
لحساب ضغط الغاز المحبوس في أسطوانة مساحة مقطعها A عند تعليق ثقل كتلته m في المكبس فإن:

ضغط الغاز المحبوس = الضغط الجوي – ضغط الثقل



$P = P_a - (mg \div A)$

ملحوظة (6):



عند حساب ارتفاع الماء يدخل أسواطنة مساحة مقطعها A عند تنكيسها وغمرها في الماء:

$P_1 = P_2$ قبل غمر الأسطوانة في الماء

$(V_{ol})_1$ قبل غمر الأسطوانة في الماء

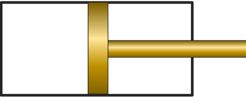
$P_2 = P_1 + \rho g h$ بعد غمر الأسطوانة في الماء

$(V_{ol})_2$ بعد غمر الأسطوانة في الماء

$$\Delta(V_{ol}) = (V_{ol})_1 - (V_{ol})_2$$

ويحسب ارتفاع الماء في العلاقة: $h = \frac{\Delta\,(V_{ol})}{A}$

****



(8) في الشكل المقابل أسطوانة مغلقة الطرفين تحتوي على مكبس عديم الاحتكاك عند منتصفها وكان ضغط الغاز بداخلها على جانبيّ المكبس $75\ cmHg$ فإذا تحرك المكبس ببطء إلى اليمين ليقل حجم الجزء الأيمن إلى النصف، أوجد الفرق في الضغط على جانبيّ المكبس بفرض ثبوت درجة الحرارة.

الحل

ضغط الغاز عند الجانب الأيمن للمكبس P_2:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$75 \times V_1 = P_2 \times 0.5\ V_1$$
$$P_2 = 150\ cm\ Hg$$

ضغط الغاز عند الجانب الأيسر للمكبس P_3:

$$P_1V_1 = P_3V_3$$
$$75 \times V_1 = P_3 \times 1.5\ V_1$$
$$P_3 = 50\ cm\ Hg$$
$$\Delta P = P_2 - P_3 = 150 - 50 = 100\ cm\ Hg$$

****

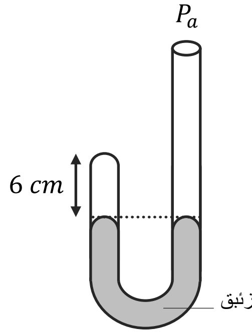
(9) كتلة من غاز حجمها $600\ cm^3$، أوجد حجمها إذا نقص ضغطها بمقدار الربع مع ثبوت درجة الحرارة.

الحل

$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$P \times 600 - 0.75\ P \times V_2$$
$$V_2 = 800\ cm^3$$

****

(10) في الشكل المقابل احسب طول عمود الزئبق الذي يجب صبه في الفرع المفتوح حتى يرتفع سطح الزئبق في الفرع المغلق $2\ cm$



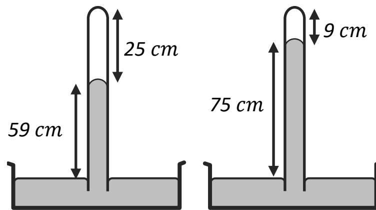
الحل

$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$76 \times 6 = P_2 \times 4$$
$$P_2 = 114\ cmHg$$
$$\Delta P = P_2 - P_a = 114 - 76 = 38\ cmHg$$

فرق الضغط ΔP يمثل طول عمود الزئبق ولكن سينخفض طول عمود الزئبق في الفرع المتسع $2\ cm$ ويرتفع في الفرع المغلق $2\ cm$ تضاف لعمود الزئبق $4 + 38 = 42\ cm$ = طول عمود الزئبق.

****

(11) إذا كان ارتفاع الزئبق $75\ cm$ في أنبوبة بارومترية منتظمة المقطع مساحة مقطعها $1\ cm^2$ وكان طول الفراغ في الأنبوبة $9\ cm$ فإذا ادخل هواء في الحيز الموجود فوق الزئبق (أي في فراغ تورشيلي) ليجعل عمود الزئبق ينخفض إلى ارتفاع $59\ cm$ فكم يكون حجم الهواء الذي تم إدخاله في فراغ تورشيلي عندما يصبح ضغط هذا الهواء مساويًا للضغط الجوي.



الحل

من الشكل (أ) نجد أن: $P_a = 75\ cmHg$

من الشكل (ب) نجد أن:

$V_1 = (84 - 59) \times 1 = 25\ cm^3$ حجم الهواء المحبوس في الحيز فوق الزئبق

$P_1 = 75 - 59 = 16\ cm\ Hg$ ضغط الهواء المحبوس

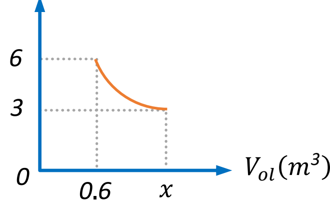
$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$16 \times 25 = 75 \times V_2$$
$$V_2 = 5.33\ cm^3$$

أولًا: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. غاز حجمه $2\ liter$ تحت ضغط $2\ atm$, فإذا قلّ ضغطه إلى $1\ atm$ مع ثبوت درجة الحرارة يصبح حجمه ....

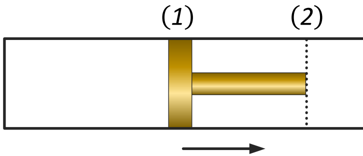
ⓐ $2\ liter$ ⓑ $2\ liter$ ⓒ $2\ liter$ ⓓ $2\ liter$

2. من الشكل المقابل عند ثبوت درجة الحرارة تكون قيمة x هي ....



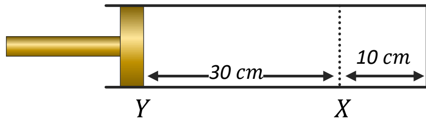
ⓐ $1\ m^3$ ⓑ $1.2\ m^3$
ⓒ $1.5\ m^3$ ⓓ $4\ m^3$

3. الشكل المقابل يوضح مكبس قابل للحركة مهمل الاحتكاك يحبس كمية من غاز داخل أسطوانة, فإذا كان المكبس عند الموضع (1) وتم سحبه ببطء حتى وصل للموضع (2) مع عدم حدوث أي تغيير في درجة الحرارة فإن



	كثافة الغاز	ضغط الغاز
ⓐ	تقل	يقل
ⓑ	تقل	يظل ثابتًا
ⓒ	تزداد	يقل
ⓓ	تزداد	يظل ثابتًا

4. الشكل المقابل يوضح أسطوانة مزودة بمكبس قابل للحركة مهمل الاحتكاك محكم الغلق يحبس كمية الهواء, إذا كان المكبس عند الموضع (X) وتم سحبه ببطء إلى الموضع (Y) مع ثبوت درجة الحرارة, فإن ضغط الهواء داخل الأسطوانة ....



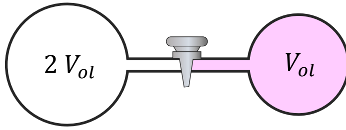
ⓐ يقل للربع ⓑ يقل للثلث
ⓒ يزداد ثلاثة أمثال ⓓ يزداد أربعة أمثال

5. خزان مكعب الشكل طول ضلعه ℓ يحتوي على كمية معينة من غاز مثالي ضغطه P, فإذا تم نقل هذا الغاز إلى خزان كروي الشكل نصف قطره ℓ في نفس درجة الحرارة, فإن الضغط الغاز يصبح ......

ⓐ $\frac{4}{3}\pi P$ ⓑ $\frac{3}{4}\pi P$ ⓒ $\frac{3}{4\pi}P$ ⓓ $\frac{P}{\pi}$

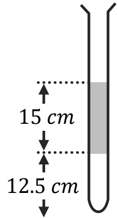
6. أسطوانة تحتوي على $18000\ cm^3$ من الهيليوم تحت ضغط $2300\ kPa$, إذا تم استخدام الغاز كاملًا لملئ عدد من البالونات المتماثلة بحيث كان ضغط الهيليوم داخل كل بالون $100\ kPa$ وحجم كل منها $8280\ cm^3$, بفرض ثبوت درجة الحرارة يكون عدد البالونات التي يمكن ملئها بالهيليوم ....

ⓐ 3 ⓑ 20 ⓒ 50 ⓓ 72



7. الشكل المقابل يوضح مستودعين غازيين متصلان بواسطة أنبوبة مهملة الحجم بها صمام أحدهما مفرّغ وحجمه $2\ V_{ol}$ والآخر به غاز حجمه V_{ol}, فإذا تم فتح الصمام ببطء مع ثبوت درجة الحرارة فإن ضغط الغاز المحبوس ....

ⓐ يزداد للضِعف ⓑ يقل للثلث
ⓒ يقل للنصف ⓓ يزداد لثلاثة أمثال



8. الشكل المقابل يوضح أنبوبة شعرية منتظمة المقطع بها خيط من الزئبق يحبس كمية من الهواء فإذا علمت أن الضغط الجوي $76\ cm\ Hg$ وبفرض ثبوت درجة الحرارة فإن:

(a) طول عمود الهواء المحبوس عند وضع الأنبوبة أفقيًا يساوي تقريبًا ....

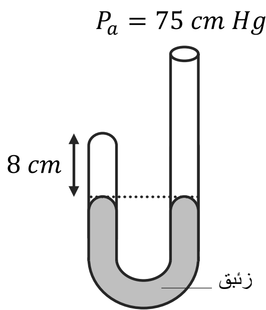
ⓐ $13.53\ cm$ ⓑ $14.97\ cm$
ⓒ $17.55\ cm$ ⓓ $18.65\ cm$

(b) طول عمود الهواء المحبوس عند وضع الأنبوبة رأسيًا وفتحها لأسفل يساوي تقريبًا ....

ⓐ $13.53\ cm$ ⓐ $14.97\ cm$
ⓒ $17.55\ cm$ ⓒ $18.65\ cm$

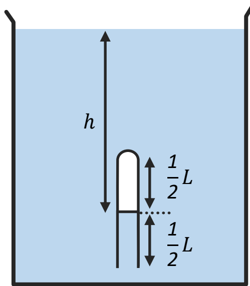
9. مستودع زجاجي A مفرغ حجمه $30\ mL$ وصل بمستودع آخر B يحتوي على غاز مثالي ضغطه $5\ atm$ بواسطة أنبوبة مهملة الحجم تحتوي على صمام, وعند فتح الصمام قلّ الضغط في المستودع B بمقدار 75% بدون حدوث أي تغيّر في درجة الحرارة, فيكون حجم المستودع B هو ......

ⓐ $8\ mL$ ⓑ $10\ mL$ ⓒ $12\ mL$ ⓓ $15\ mL$



10. في الشكل الموضح بالرسم أنبوبة على هيئة حرف U مغلقة من أحد طرفيها, محبوس بها كمية من الهواء, فيكون طول عمود الزئبق الذي يجب صبه في الفرع المفتوح حتى يرتفع الزئبق في الفرع المغلق $2\ cm$ هو ....

ⓐ $4\ cm$ ⓑ $27\ cm$
ⓒ $29\ cm$ ⓓ $100\ cm$



11. الشكل المقابل يوضح أنبوبة منتظمة المقطع مجوّفة طولها L مفتوحة من أحد طرفيها تم تنكيسها ثم غمرها رأسيًا بالكامل بحوض به ماء, فإذا كان الضغط الجوي يعادل وزن عمود من الماء ارتفاعه H فإن الفرق بين مستوى سطح الماء داخل الأنبوبة ومستوى سطح الماء بالحوض (h) بفرض ثبوت درجة الحرارة يساوي ....

ⓐ $H + \frac{1}{2}L$ ⓑ $H - \frac{1}{2}L$
ⓒ H ⓓ $2\ H$

12. إذا كان الضغط الجوي يعادل ضغط عمود من الماء ارتفاعه H وكان ضغط الهواء داخل بالون يعادل الضغط الجوي بفرض ثبوت درجة الحرارة يكون العمق الذي يغوص إليه البالون تحت سطح الماء حتى يصبح حجم الهواء داخله $\frac{1}{3}$ حجمه الأصلي هو ....

ⓐ $4\ H$ ⓑ $3\ H$ ⓒ $2\ H$ ⓓ H

13. تتحرك جزيئات السائل في جميع الاتجاهات بطريقة .....

ⓐ اهتزازية عشوائية ⓑ انتقالية اهتزازية ⓒ انتقالية عشوائية ⓓ اهتزازية فقط

14. تتحرك جزيئات الغاز حركة ....

ⓐ عشوائية وبسرعات مختلفة ⓑ انتقالية عشوائية
ⓒ انتقالية اهتزازية ⓓ لا توجد إجابة صحيحة

15. فقاعة من الهواء تكوّنت قرب قاع بحيرة وتحركت لتصل إلى سطح ماء البحيرة ما هو التغير الذي يحدث للفقاعة بعد وصولها تحت سطح ماء البحيرة عند ثبوت درجة حرارة ماء البحيرة ......

ⓐ يزداد الضغط ويزداد الحجم ⓑ يقل الضغط ويقل الحجم
ⓒ يزداد الضغط ويقل الحجم ⓓ يقل الضغط ويزداد الحجم

16. فقاعة غازية عند قاع بحيرة ارتفعت إلى السطح فزاد نصف قطرها إلى الضِعف فإذا كان الضغط الجوي يعادل وزن عمود من ماء البحيرة ارتفاعه (H) فإن عمق البحيرة ....

ⓐ $4\ H$ ⓑ $7\ H$ ⓒ $2\ H$ ⓓ $8\ H$

17. إذا نكست أسطوانة فارغة رأسيًا في الماء حتى منتصفها فإن ....

ⓐ الماء يرتفع داخل الزجاجة حتى يتساوى مع سطح الماء خارجها
ⓑ ضغط الهواء داخل الزجاج يتضاعف
ⓒ ضغط الهواء عند سطح الماء داخل الزجاجة يكون أكبر من ضغط الهواء عند سطح الماء خارجها
ⓓ ارتفاع سطح الماء داخل الزجاجة أعلى من سطح الماء خارجها

18. إذا انضغط غاز ببطء إلى نصف حجمه الأصلي فإن ....

ⓐ درجة حرارة الغاز ستنقص إلى نصف قيمتها ⓑ ضغط الغاز سيصل إلى النصف
ⓒ درجة حرارة الغاز ستتضاعف ⓓ ضغط الغاز سيتضاعف

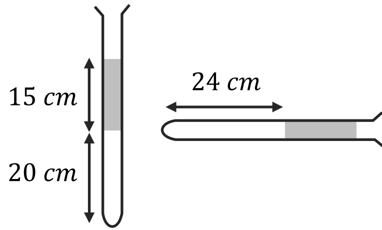
19. عند تطبيق قانون بويل على كتلة معينة من غاز كل مما يأتي صحيحًا ما عدا .....

ⓐ تظل كثافة الغاز ثابتة لثبوت درجة الحرارة
ⓑ يتناسب حجم الغاز عكسيًا مع ضغطه
ⓒ يتغيّر معدل عدد تصادمات جزيئات الغاز مع جدران الإناء
ⓓ تظل درجة الحرارة ثابتة

20. تبيّن ظاهرة الحركة البراونية أن ....
- ⓐ الجزيئات توجد ويمكن رؤيتها كنقاط متقاطعة تتحرك من مكان لآخر
- ⓑ الجزيئات تطوف بشكل عشوائي وبسرعات عالية
- ⓒ جسيمات الدخان تسلك كجزيئات
- ⓓ جسيمات الدخان يمكن استخدامها كنماذج لجزيئات الهواء

21. عند غمر بالون أسفل الماء في حوض به ماء يرتفع البالون لأعلى بسبب ....
- ⓐ الضغط أعلى البالون أكبر من الضغط على البالون للأسفل
- ⓑ فرق الضغط المؤثر على البالون
- ⓒ ضغط السائل يؤثر دائمًا لأعلى
- ⓓ حجم البالون زاد عندما اقترب من قاعدة الإناء

ثانيًا: الأسئلة المقالية

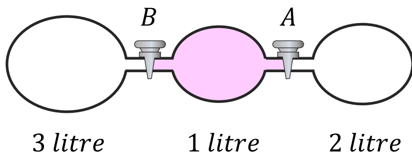


1. الشكل المقابل يوضح وضعين لأنبوبة شعرية منتظمة المقطع مغلقة من أحد طرفيها بها هواء جاف محبوس بخيط من الزئبق طوله $15\ cm$، بفرض ثبوت درجة الحرارة، احسب:
   (a) الضغط الجوي
   (b) طول عمود الهواء المحبوس عندما توضع الأنبوبة رأسيًا وفتحها لأسفل

....

....

....



2. في الشكل المقابل يحتوي الانتفاخ الأوسط على غاز مثالي ضغطه $2\ atm$ بينما الانتفاخان الآخران مفرغان تمامًا فبفرض ثبوت درجة الحرارة وإهمال حجم أنبوبتي التوصيل، احسب الضغط داخل الانتفاخ الأوسط عند:
   (a) فتح الصمام A فقط.
   (b) فتح الصمامين B, A معًا.

....

....

....

3. وضع بالون من المطاط به هواء محبوس تحت ضغط $2\ atm$ في إناء مكعب طول ضلعه $10\ cm$ ثم أحكم غلق الإناء, فإذا كان الضغط النهائي داخل الإناء عن انفجار البالون هو $1.5\ atm$ وذلك بإهمال حجم المطاط وبفرض ثبوت درجة الحرارة, احسب حجم البالون قبل انفجاره.

$(500\ cm^3)$

....

....

....

....

4. حوض به ماء نكست فيه كأس أسطوانية ثم غمرت رأسيًا حتى أصبح سطح الماء داخل الكأس على عمق $3\ m$ من سطح الماء في الحوض, فإذا كان حجم الكأس $250\ cm^3$ ومساحة مقطعه 200, احسب طول عمود الماء الذي يرتفع داخل الكأس بفرض عدم تسرب أي هواء من الكأس وثبوت درجة الحرارة.

(علمًا بأن: $g = 9.8\ m/s^2, \rho_{(\text{ماء})} = 103\ kg/m^3, Pa = 1.013 \times 10^5\ N/m^2$)

$(0.28\ cm)$

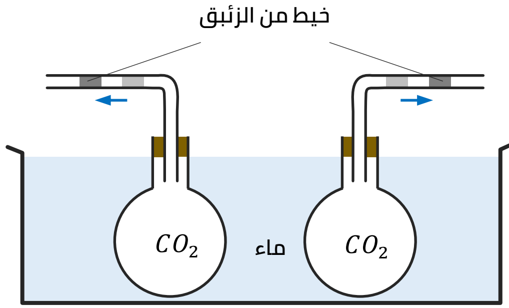
....

....

....

....

قانون شارل



- يعبّر قانون شـارل عن العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط.
- المواد (صلبة, سائلة, غازية) تتمدد بالحرارة.
- تتمـدد الحجوم المتسـاويـة من الغازات المختلفـة وهي تحت ضغط ثابت بمقادير متساوية عند زيادة درجة حرارتها بنفس المقدار.
- يمكن توضيح ذلك بالتجربة التالية:

الخطوات:

(1) احضر دورقني متساويين في الحجم, وضع بأحدهما غاز الأكسجين (O_2) وبالآخر غاز مختلف مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

(2) سد فوهة كل من الدورقين بسدادة تنفذ منها أنبوبة شعرية منثنية على شكل زاوية قائمة بها خيط من الزئبق طوله حوالي $2\ cm$ أو $3\ cm$

(3) اغمر الدورقين في حوض به ماء بارد ثم أضف كمية من الماء الساخن تدريجيًا ولاحظ مقدار المسافة التي يتحركها خيط الزئبق في كل منهما.

الملاحظة:

يتحرك خيطا الزئبق مسافتين متساويتين (أي أن معامل التمدد الحجمي لهما واحد).

الاستنتاج:

(1) عند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية معينة من غاز بزيادة درجة الحرارة.

(2) الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا ارتفعت درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الضغط, أي أن معامل التمدد الحجمي لأي غاز يساوي مقدار ثابت عند ثبوت الضغط.

استنتاج معامل التمدد الحجمي لغاز تحت ضغط ثابت (α_v)

- عند رفع درجة حرارة غاز من $0°\mathrm{C}$ إلى $t°\mathrm{C}$ مع ثبوت الضغط يزداد حجم الغاز بمقدار $\Delta(V_{ol})$
- يتناسب مقدار التغيّر في حجم الغاز $\Delta(V_{ol})$ طرديًا مع كل من:

(1) حجم الغاز عند درجة صفر سيلزيوس $(V_{ol})_{0°\mathrm{C}}$:

(2) التغيّر في درجة حرارة الغاز (Δt):

$$\Delta(V_{ol})\ \alpha\ (V_{ol})_{0°\mathrm{C}}$$
$$\Delta(V_{ol})\ \alpha\ \Delta t$$
$$\therefore \Delta(V_{ol})\ \alpha\ (V_{ol})_{0°\mathrm{C}}\ \Delta t$$
$$\therefore \Delta(V_{ol}) = const \times (V_{ol})_{0°\mathrm{C}}\ \Delta t$$
$$\therefore (V_{ol}) = \alpha_v (V_{ol})_{0°\mathrm{C}}\ inc\ t$$

$$\alpha_v = \frac{\Delta(V_{ol})}{(V_{ol})_{0°\mathrm{C}}\ \Delta t} = \frac{(V_{ol})_{0°\mathrm{C}} - (V_{ol})_{0°\mathrm{C}}}{(V_{ol})_{0°\mathrm{C}}\ \Delta t}$$

وحدة قياس معامل التمدد الحجمي: كلفن-1 (K^{-1})

معامل التمدد الحجمي:

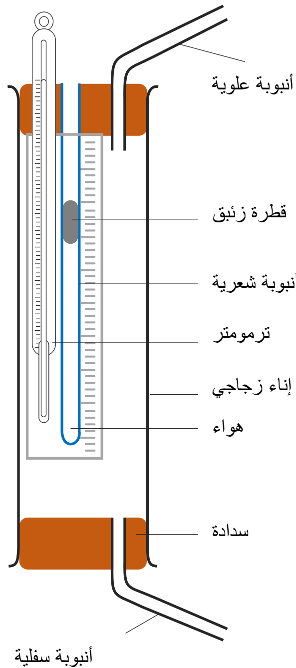
هو مقدار الزيادة في وحدة الحجوم من الغاز عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط ويساوي $\frac{1}{273}K^{-1}$

أو:

هو نسبة زيادة حجم الغاز إلى الحجم الأصلي عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط ويساوي $\frac{1}{273}K^{-1}$

تعيين معامل التمدد الحجمي للهواء تحت ضغط ثابت

يمكن عمليًا تعيين قيمة معامل التمدد الحجمي لغاز عند ثبوت الضغط ودراسة العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت ضغطه باستخدام جهاز يُطلق عليه جهاز شارل.



جهاز شارل

الغرض من التجربة:

(1) تحقيق قانون شارل.

(2) تعيين معامل التمدد الحجمي للهواء تحت ضغط ثابت.

تركيب جهاز شارل:

(1) أنبوبة شعرية زجاجية طولها $30\ cm$ وقطرها حوالي $1\ mm$ مغلقة من أحد طرفيها, وبها قطرة من الزئبق تحبس كمية من الهواء داخل الأنبوبة, مثبتة مع ترمومتر على مسطرة مدرجة داخل غلاف (إناء) زجاجي أسطواني.

(2) أنبوبتين إحداهما علوية لدخول بخار الماء والأخرى سفلية لخروج بخار الماء.

(3) سدادتين من المطاط.

احتياطات التجربة:

(1) أن تكون الأنبوبة منتظمة المقطع حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسًا للحجم.

(2) أن يكون الهواء المحبوس داخل الأنبوبة جافًا تمامًا وذلك بوضع قطرة صغيرة من حمض الكبريتيك المركّز لامتصاص بخار الماء لأن ضغط بخار الماء يختلف عن ضغط البخار الجاف مما يعطي نواتج غير دقيقة.

(3) أن تُثبّت الأنبوبة طوال التجربة في وضع رأسي.

(4) تسجل قراءات الحجوم عند عدم تحرك قطرة الزئبق للتأكد من أن درجة حرارة الغاز المحبوس تساوي درجة الحرارة المراد القياس عندها.

(5) دخول بخار الماء الذي يغلي من الفتحة العليا ليسخن الهواء المحبوس بسرعة ولا يتكثف حيث يخرج من الفتحة السفلى.

الخطوات:

(1) املأ الغلاف الزجاجي بجليد مجروش أخذ في الانصهار وانتظر حتى يبرد الهواء داخل الأنبوبة إلى $0°C$ ونقيس طول عمود الهواء الذي يعتبر مقياسًا للحجم $(V_{ol})_{0°C}$.

(2) افرغ الغلاف الزجاجي من الجليد المجروش والماء ثم مرر بخار ماء من أعلى لأسفل وانتظر حتى تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس $100°C$ وعين طول عمود الهواء الذي يعتبر مقياسًا للحجم $(V_{ol})_{100°C}$.

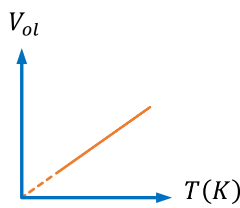
(3) احسب معامل التمدد الحجمي للهواء من العلاقة:

$$\alpha_v = \frac{(V_{ol})_{0°C} - (V_{ol})_{0°C}}{(V_{ol})_{0°C} \times 100}$$

(4) عيّن طول عمود الهواء المحبوس عند درجات حرارة مختلفة.

(5) ارسم علاقة بيانية بين حجم الهواء المحبوس (V_{ol}) على المحور الرأسي، ودرجة الحرارة على تدريج سيلزيوس $(t°C)$ على المحور الأفقي، وكذلك العلاقة البيانية بين حجم الهواء المحبوس (V_{ol}) على المحور الرأسي، ودرجة الحرارة على تدريج كلفن $(T\ K)$ على المحور الأفقي.

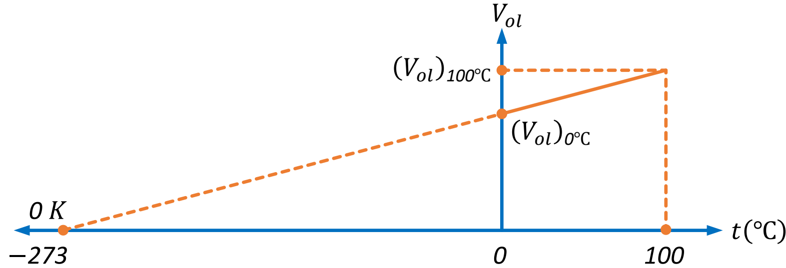
الملاحظة:



(1) معامل التمدد الحجمي للهواء (α_v) عند ثبوت الضغط $= \frac{1}{273}$ لكل كلفن أو درجة سيليزية.

(2) عند رسم علاقة بيانية بين (V_{ol}) على المحور الرأسي و $(t°C)$ على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم يقطع محور الحجم عند قيمة حجم الهواء المحبوس عند درجة صفر سيلزيوس $(V_{ol})_{0°C}$ وعند مدّ هذا الخط على استقامته نجد أنه يقطع محور درجة الحرارة عند $-273°C$

(3) عند رسم العلاقة بين (V_{ol}) على المحور الرأسي و $(t\ K)$ على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم يمر بنقطة الأصل.



الاستنتاج:

(1) عند ثبوت الضغط يزداد حجم مقدار معيّن من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمه الأصلي عند $0°C$ لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة.

(2) العلاقة بين حجم مقدار معيّن من غاز ودرجة حرارته على تدريج كلفن عند ثبوت الضغط علاقة طردية.

قانون شارل:

عند ثبوت الضغط يزداد حجم مقدار معيّن من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمه الأصلي عند $0°C$ لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة.

أو:

عند ثبوت الضغط يتناسب حجم مقدار معيّن من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارته المطلقة على تدريج كلفن.

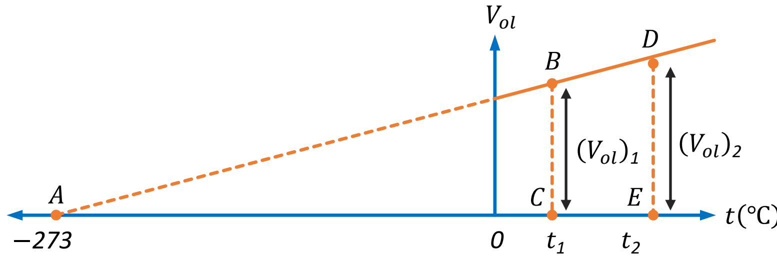
استنتاج الصيغة الرياضية لقانون شارل:

(1) في الشكل البياني المقابل من تشابه المثلثين ADE, ABC:

$$\therefore \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE}$$

(2) بما أن:

$$BC = (V_{ol})_1, DE = (V_{ol})_2$$
$$AC = T_1, AE = T_2$$
$$\therefore \frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$$
$$\therefore \frac{(V_{ol})}{T} = const$$
$$V_{ol} \propto T$$



ملاحظات هامة لحل مسائل قانون شارل

ملحوظة (1):

$$(T\ K = t°C + 273)$$

مقدار تغيّر درجة الحرارة على تدريج كلفن = مقدار تغيّر درجة الحرارة على تدريج سيلزيوس

ملحوظة (2): عندما تكون $(V_{ol})_0$ معلومة:

$$\alpha_v = \frac{\Delta(V_{ol})}{(V_{ol})_0\ \Delta t} = \frac{(V_{ol})_t - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0\ \Delta t}$$

ملحوظة (3): عندما تكون $(V_{ol})_0$ مجهولة:

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2}$$

ملحوظة (4): الصيغة العامة لقانون شارل: $\frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$ وبدلالة الكثافة: $\rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$

ملحوظة (5): عند خلط غازين:

$$\left(\frac{(V_{ol})}{T}\right)_{\text{للخليط}} = \frac{(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$$

****

(1) لتر غاز في $10°C$ رفعت درجة حرارته و هو ثابت الضغط إلى $293°C$ فأوجد حجمه.

الحل

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad \therefore \frac{1}{(V_{ol})_2} = \frac{273 + 10}{273 + 293} = \frac{283}{566}$$

$$(V_{ol})_2 = \frac{566}{283} = 2\ liter$$

****

(2) كمية من غاز تشغل $100\ cm^3$ عند درجة حرارة $25°C$ وتشغل $118.5\ cm^3$ عند درجة حرارة $80°C$ عند ثبوت الضغط في الحالتين، أوجد معامل التمدد الحجمي للغاز عند ثبوت الضغط.

الحل

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2}=\frac{1+\alpha_v t_1}{1+\alpha_v t_2} \qquad \therefore \frac{100}{118.5}=\frac{1+25\,\alpha_v}{1+80\,\alpha_v}$$

$$\alpha_v=\frac{1}{273}K^{-1}$$

****

(3) كمية من غاز جاف في درجة $-13°C$ رفعت درجة حرارتها بمقدار $100°C$ مع بقاء ضغطها ثابتًا فزاد حجمها بمقدار $40\ cm^3$ أوجد الحجم قبل التسخين.

الحل

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2}=\frac{T_1}{T_2} \qquad \therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1+40}=\frac{273-13}{273-13+100}=\frac{260}{360}$$

$$(V_{ol})_1=104\ cm^3$$

ملحوظة (6): عند تسخين غاز في إناء حجمه $(V_{ol})_1$ ويراد حساب نسبة ما خرج إلى ما كان موجودًا:

$$\text{نسبة ما خرج}=\frac{(V_{ol})_2-(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1}\times 100$$

ملحوظة (7): عند تسخين غاز في إناء حجمه $(V_{ol})_1$ وخرج 25% من حجمه فإن حجم الغاز بعد التسخين $(V_{ol})_2$:

$$(V_{ol})_2=(V_{ol})_1+0.25(V_{ol})_1=1.25\ (V_{ol})_1$$

ملحوظة (8): عند استخدام الأنبوبة الشعرية التي تحتوي على قطرة من الزئبق كترمومتر فإن:

أقصى درجة حرارة يمكن تعينها هي التي يصبح عندها:

طول عمود الهواء المحبوس = طول الأنبوبة – طول قطرة الزئبق وهي داخل الأنبوبة

ملحوظة (9): عند تسخين غاز حجمه $(V_{ol})_1$ في إناء أسطواني مساحة مقطعه A يحتوي على مكبس قابل للحركة فإن:

المسافة التي تحركها المكبس = (حجم الغاز بعد التسخين – حجم الغاز قبل التسخين) ÷ مساحة المقطع

$$h=\frac{(V_{ol})_2-(V_{ol})_1}{A}$$

****

(4) سخن دورق به هواء من $15°C$ إلى $87°C$ فكم تكون نسبة خروج الهواء الذي خرج منه إلى ما كان موجودًا به بفرض ثبوت الضغط.

الحل

$$\frac{(V_{ol})_2-(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1}=\frac{T_2-T_1}{T_1}=\frac{(87+273)-(15+273)}{(15+273)}=0.25=25\%$$

****

(5) إناء أسطواني الشكل له مكبس عديم الاحتكاك يحبس كمية من الهواء حجمها $5460\ cm^3$ عند $0°C$ وعندما سخن الإناء أصبحت درجة حرارة الهواء داخله $100°C$، احسب المسافة التي يتحركها المكبس حتى يظل الضغط ثابتًا علمًا بأن مساحة مقطع المكبس $250\ cm^2$

الحل

$$\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad \therefore \frac{5460}{(V_{ol})_2} = \frac{273+10}{273+100} = \frac{273}{373}$$

$$(V_{ol})_2 = 7460\ cm^3$$

$$h = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{A} = \frac{7460-5460}{250} = 8\ cm$$

أولًا: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. إذا رفعت درجة حرارة غاز بمقدار $10°C$ فإن الارتفاع في درجة حرارة الغاز على تدريج كلفن يساوي ......

ⓐ $10\ K$ ⓑ $263\ K$ ⓒ $273\ K$ ⓓ $283\ K$

2. كمية من غاز حجمها V_{ol} عند درجة حرارة مطلقة T, فإذا رفعنا درجة حرارتها بمقدار ΔT ليزداد حجمها بمقدار ΔV_{ol} عند ثبوت الضغط, فإن الرسم البياني الذي يمثل العلاقة بين معامل التمدد الحجمي للغاز (α_v) ودرجة حرارته المطلقة (T) عند ثبوت ضغط الغاز هو .....

ⓐ (رسم: α_v – T) ⓑ (رسم: α_v – T) ⓒ (رسم: α_v – T) ⓓ (رسم: α_v – T)

3. يتضاعف حجم كمية معينة من غاز محبوس درجة حرارتها $10°C$ إذا تم تسخينها تحت ضغط ثابت إلى ....

ⓐ $20°C$ ⓑ $50°C$ ⓒ $100°C$ ⓓ $293°C$

4. إذا كان حجم كمية معينة من غاز ما عند درجة حرارة $44°C$ هو $250\ cm^3$, فإن حجمها عند درجة حرارة $0°C$ بفرض ثبوت الضغط يساوي تقريبًا ......

ⓐ $320\ cm^3$ ⓑ $300\ cm^3$ ⓒ $215\ cm^3$ ⓓ $200\ cm^3$

5. رفعت درجة حرارة كمية من غاز من $37°C$ إلى $192°C$ مع ثبوت الضغط, فإذا كان حجم الغاز عند $37°C$ هو V_{ol} فإن مقدار التغيّر في حجم الغاز (ΔV_{ol}) يساوي ....

ⓐ $\frac{V_{ol}}{4}$ ⓑ $\frac{V_{ol}}{3}$ ⓒ $\frac{V_{ol}}{2}$ ⓓ V_{ol}

6. عبوة معدنية مفتوحة تحتوي على كمية من الهواء حجمها V_{ol} عند درجة حرارة $298\ K$, فإذا سخنت العبوة حتى درجة حرارة $343\ K$ كان حجم الهواء المتسرب $9.06\ cm^3$, بفرض ثبوت الضغط وإهمال تمدد الإناء تكون قيمة V_{ol} تقريبًا ......

ⓐ $40\ cm^3$ ⓑ $50\ cm^3$ ⓒ $60\ cm^3$ ⓓ $67\ cm^3$

7. كمية من غاز عند 27°C فإن درجة الحرارة التي يتضاعف عندها الحجم عند ثبوت الضغط .....

ⓐ 327°C ⓑ 54°C ⓒ 126°C ⓓ 150°C

8. حاصل ضرب معامل التمدد الحجمي تحت ضغط ثابت في 273 .... الواحد الصحيح.

ⓐ < ⓑ > ⓒ = ⓓ ≤

9. إذا كان حجم كمية معينة من غاز واحد لتر في 0°C فإن درجة الحرارة اللازمة لزيادة حجم الغاز بمقدار 2 لتر عند ثبوت الضغط تساوي .....

ⓐ 273°C ⓑ 373°C ⓒ 546°C ⓓ 373°C

10. دورقان متساويان في الحجم متصلان معًا بأنبوبة بها صمام فإذا كان أحد الدورقين به غاز تحت ضغط عالٍ والدورق مفرّغ تمامًا من الهواء وعند فتح الصمام فإن الغاز المضغوط ينتشر في الدورقين, ما هي الكمية الفيزيائية التي لم تتغيّر؟

ⓐ الضغط ⓑ الحجم ⓒ الكثافة ⓓ الكتلة

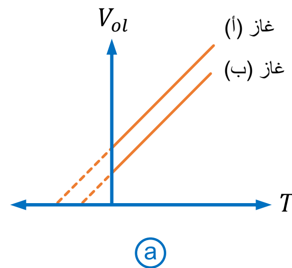
11. يشغل غاز عند درجة حرارة 89°C حجم مقداره $0.67\ L$ عند أي درجة حرارة سيليزية سيزداد الحجم ليصل إلى $1.12\ L$, افترض أن الضغط وكمية الغاز ثابتين.

ⓐ 101.2°C ⓑ 249.7°C ⓒ 273°C ⓓ 332.1°C

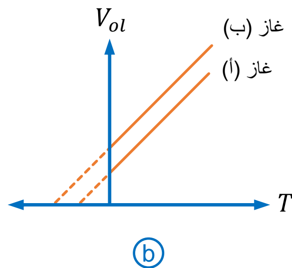
12. عند وضع بالون به غاز في الشمس ينفجر بسبب ....

ⓐ أن عدد جزيئات الهواء داخل البالون يزداد
ⓑ كتلة الغاز داخل البالون تزداد
ⓒ كثافة الغاز داخل البالون تزداد
ⓓ حجم الغاز داخل البالون تزداد

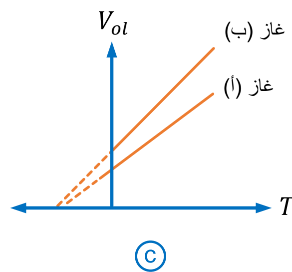
13. لديك غاز (أ) في إناء الحجم الأصلي $(V_{ol})_1$ وغاز آخر (ب) الحجم الأصلي $(2\ V_{ol})_1$ فتكون العلاقة البيانية بين الحجم ودرجة الحرارة السيليزية هي ....



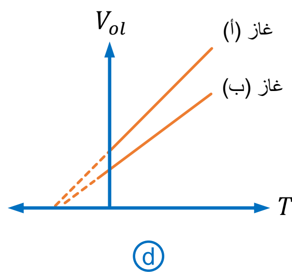
ⓐ



ⓑ

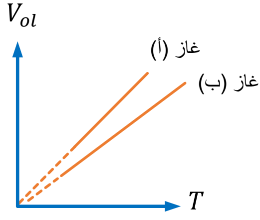


ⓒ



ⓓ

14. في الشكل المقابل علاقة بين الحجم ودرجة الحرارة الكلفينية فنستنتج منها أن ....



ⓐ الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (أ) يساوي الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (ب)

ⓑ الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (أ) أكبر من الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (ب)

ⓒ الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (أ) أقل من الحجم الأصلي عند صفر سيلزيوس للغاز (ب)

ⓓ لا يمكن من الرسم استنتاج أيهم حجمه الأصلي أكبر

15. في تجربة تحقيق قانون شارل، بخار الماء ....

ⓐ يدخل من الفتحة العلوية ويخرج من الفتحة السفلية وكثافة بخار الماء أقل من كثافة الهواء داخل الانتفاخ

ⓑ يدخل من الفتحة السفلية ويخرج من الفتحة العلوية وكثافة بخار الماء أقل من كثافة الهواء داخل الانتفاخ

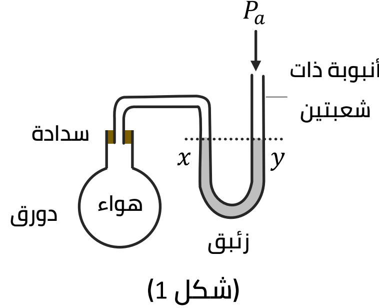
ⓒ يدخل من الفتحة العلوية ويخرج من الفتحة السفلية وكثافة بخار الماء أكبر من كثافة الهواء داخل الانتفاخ

ⓓ يدخل من الفتحة السفلية ويخرج من الفتحة العلوية وكثافة بخار الماء أكبر من كثافة الهواء داخل الانتفاخ

قانون جولي (قانون الضغط)

- يعبر قانون جولي عن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم.
- الغازات يزداد حجمها بزيادة درجة الحرارة.
- الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بنفس المقدار إذا ارتفعت درجة حرارتها بمقادير متساوية, ويمكن توضيح ذلك بالتجربة التالية:

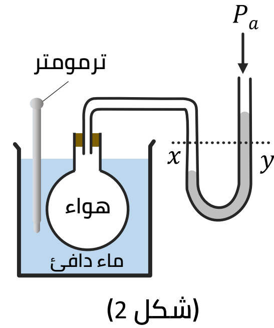
الخطوات:



(شكل 1)

(1) احضر دورق من الزجاج به كمية من الهواء, وسد الفوهة بسدادة تنفذ منها أنبوبة ذات شعبتين بها كمية من الزئبق فيكون سطحيّ الزئبق في الفرعين في مستوى أفقي واحد عن الموضعين y, x ويكون ضغط الهواء المحبوس في الدورق (P_1) يساوي الضغط الجوي, أي أن: $(P_1 = P_a)$

(2) عيّن درجة حرارة الهواء المحبوس (t_1) باستخدام الترمومتر المتصل بالدورق, ويرتفع في الفرع الخالص.



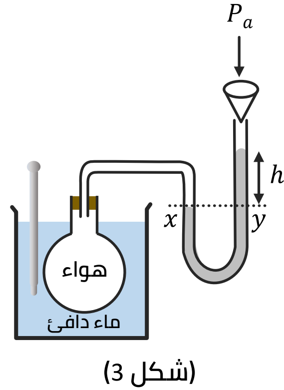
(شكل 2)

(3) اغمر الدورق في حوض به ماء دافئ فينخفض سطح الزئبق في الفرع المتصل بالدورق ويرتفع في الفرع الخالص.

(4) صب زبق في الفرع الخالص حتى يعود الزئبق في الفرع المتصل بالدورق إلى الموضع x وبالتالي يكون حجم الهواء المحبوس ثابت.

(5) عيّن درجة حرارة الهواء المحبوس (t_2) باستخدام الترمومتر ثم عيّن فرق الارتفاع بين سطحيّ الزئبق في الفرعين (h) وهو يمثل الزيادة في الضغط نتيجة ارتفاع درجة الحرارة من t_1 إلى t_2 ويكون: $(P_2 = P_a + h)$

(6) كررّ الخطوات السابقة باستبدال الهواء بغازات أخرى ورفع درجة حرارة كل غاز بنفس المقدار في كل مرة.



(شكل 3)

الملاحظة:

(1) يزداد ضغط كمية معينة من غاز بارتفاع درجة الحرارة عند ثبوت حجمها.

(2) قيمة h ثابتة للغازات المختلفة عند ثبوت حجمها (الزيادة في الضغط متساوية لجميع الغازات).

الاستنتاج:

الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بنفس القيمة إذا ارتفعت درجة حرارتها بمقادير متساوية عند ثبوت الحجم.

أي أن: معامل زيادة الضغط لأي غاز (β_p) من الضغط الأصلي عند $0°C$ عند ثبوت الحجم يساوي مقدار ثابت.

استنتاج معامل الزيادة في ضغط الغاز عند ثبوت الحجم (β_p)

▪ عند رفع درجة حرارة

(1) ضغط الغاز عند درجة صفر سيلزيوس $(P_{0°C})$:

(2) التغيّر في درجة حرارة الغاز (Δt):

$$\Delta P \ \alpha \ P_{0°C}$$
$$\Delta P \ \alpha \ \Delta t$$
$$\therefore \Delta P \ \alpha \ P_{0°C} \ \Delta t$$
$$\therefore \Delta P = const \times P_{0°C} \ \Delta t$$
$$\therefore \Delta P = \beta_p \ P_{0°C} \ \Delta t$$

$$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_{0°C} \ \Delta t} = \frac{P_{t°C} - P_{0°C}}{P_{0°C} \ \Delta t}$$

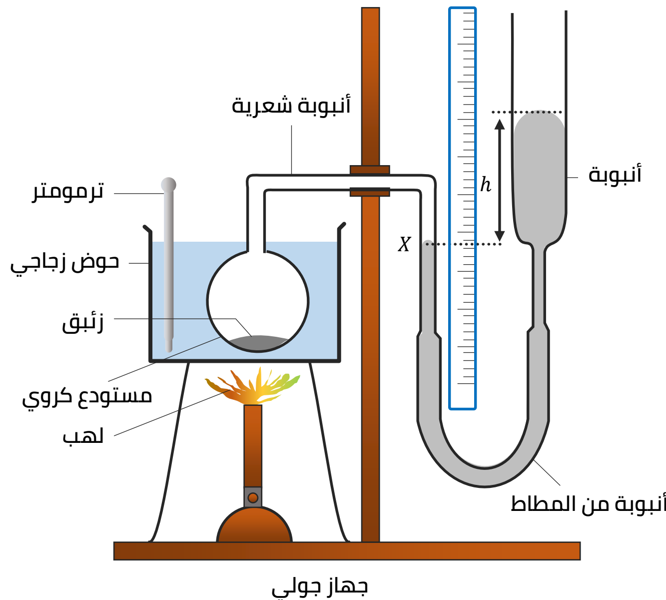
وحدة قياس معامل زيادة الضغط لغاز عند ثبوت الحجم: كلفن-1 (K^{-1})

معامل زيادة ضغط غاز عند ثبوت الحجم:
هو مقدار الزيادة في وحدة الضغوط من الغاز عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم ويساوي $\frac{1}{273} K^{-1}$

أو:
هو نسبة زيادة ضغط الغاز إلى الضغط الأصلي عند $0°C$ عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم وتساوي $\frac{1}{273}$

تعيين معامل زيادة الضغط للهواء تحت حجم ثابت

يمكن عمليًا تعيين قيمة معامل الزيادة في الضغط عند ثبوت الحجم ودراسة تأثير الحرارة على ضغط غاز ما عند ثبوت حجمه باستخدام جهاز يطلق عليه جهاز جولي كما يلي:



الغرض من التجربة:

(1) تحقيق قانون الضغط.

(2) تعيين معامل زيادة الضغط للهواء عند ثبوت الحجم.

(3) مستودع كروي من الزجاج الرقيق يحتوي على كمية من الزئبق حجمها يساوي سُبع حجم المستودع.

(4) أنبوبة شعرية طويلة منثنية.

(5) أنبوبة متسعة قابلة للحركة بواسطة أنبوبة من المطاط.

(6) كمية من الزئبق.

(7) ترمومتر.

(8) مسطرة.

(9) حوض زجاجي.

(10) لهب.

احتياطات التجربة:

(1) وضع سُبع حجم الانتفاخ الزجاجي زئبق حتى يظل حجم الهواء المحبوس ثابتًا أثناء التجربة مع تغيّر درجة الحرارة حيث أن معامل التمدد الحجمي للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمي للزجاج.

(2) غمر المستودع الكروي بالكامل في الحمام المائي.

(3) أن يكون الهواء داخل المستودع جافًا لأن أي قطرة ماء تتحول بالتسخين إلى بخار ماء وضغط البخار يختلف عن ضغط الهواء الجاف وهذا سيؤثر على دقة القيمة المقاسة لمعامل زيادة ضغط الهواء عند ثبوت الحجم.

الخطوات:

(1) عين الضغط الجوي (P_a) وقت إجراء التجربة باستخدام البارومتر.

(2) ضع زئبق في الأنبوبة القابلة للحركة وعدل من وضعها رأسيًا لتحبس كمية من الهواء وحدد حجم الهواء بالموضع x.

(3) ضع جليد مجروش في الحوض الزجاجي واغمر المستودع فيه وانتظر حتى يبدأ الجليد في الانصهار وعندها تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس $0°C$ ويرتفع سطح الزئبق في الأنبوبة المتصلة بالمستودع الكروي لأعلى.

(4) حرك الأنبوبة القابلة للحركة إلى أسفل حتى تعيد الهواء لنفس حجمه عند الموضع x ثم عيّن قيمة الضغط عند درجة صفر سيلزيوس $(P_{0°C})$ كالتالي:

- إذا كان سطح الزئبق في الفرع الخالص أعلى من سطح الزئبق في الأنبوبة المتصلة بالمستودع تكون:

$$P_{0°C} = P_a + h$$

- إذا كان سطح الزئبق في الفرع الخالص أقل من سطح الزئبق في الأنبوبة المتصلة بالمستودع تكون:

$$P_{0°C} = P_a - h$$

(5) اغمر المستودع في ماء ثم سخن الماء حتى يغلي فتلاحظ انخفاض سطح الزئبق في الأنبوبة المتصلة بالمستودع الكروي لأسفل.

(6) حرك الأنبوبة القابلة للحركة إلى أعلى حتى تعيد الهواء لنفس حجمه عند الموضع x, ثم عين:

(7) احسب معامل زيادة الضغط للهواء عند ثبوت الحجم (β_p) من العلاقة:

$$\beta_p = \frac{P_{t°C} - P_{0°C}}{P_{0°C}\,\Delta t}$$

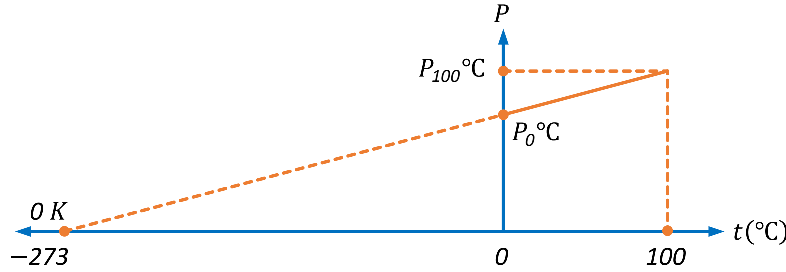
(8) عيّن ضغط الهواء المحبوس عند درجات حرارة مختلفة.

(9) ارسم علاقة بيانية بين ضغط الهواء المحبوس (P) على المحور الرأسي ودرجة حرارته على تدريج سيلزيوس $(t°C)$ على المحور الأفقي وكذلك علاقة بيانية بين ضغط الهواء المحبوس (P) علىالمحور الرأسي ودرجة حرارته على تدريج كلفن $(T\ K)$ على المحور الأفقي.

الملاحظة:

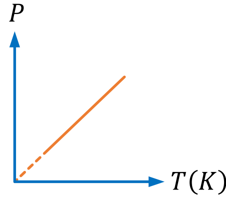
(1) معامل زيادة ضغط الهواء (β_p) تحت حجم ثابت مقدار ثابت يساوي $\frac{1}{273}$ لكل كلفن أو درجة سيلزية.

(2) عند رسم علاقة بيانية بين ضغط الهواء المحبوس (P) على المحور الرأسي ودرجة الحرارة على تدريج سيلزيوس $(t°C)$ على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم يقطع محور الضغط في قيمة ضغط الغاز عند درجة صفر سيلزيوس $(P_{0°C})$ وعند مدّ هذا الخط على استقامته نجد أنه يقطع محور درجة الحرارة عند $-273°C$



(3) عند رسم العلاقة البيانية بين ضغط الهواء المحبوس (P) على المحور الرأسي ودرجة حرارته على تدريج كلفن $(T\ K)$ على المحور الأفقي نحصل على خط مستقيم يبدأ من نقطة الأصل.

الاستنتاج:



(1) عند ثبوت الحجم يزداد ضغط مقدار معيّن من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطه الأصلي عند $0°C$ لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره درجة واحدة (قانون الضغط).

(2) العلاقة بين ضغط كمية معينة من غاز ودرجة حراراتها على تدريج كلفن عند ثبوت الحجم علاقة طردية $(P \propto T)$

قانون الضغط:

عند ثبوت الحجم يزداد ضغط مقدار معين من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطه الأصلي عند $0°C$ لكل ارتفاع في درجة الحرارة قدره كلفن واحد أو درجة سيلزية واحدة.

أو:

عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط كمية معينة من غاز تناسبًا طرديًا مع درجة حرارحته المطلقة.

لاحظ:

(1) يلزم في جهاز جولي خفض الأنبوبة القابلة للحركة إلى أسفل قبل البدء في تبريد الانتفاخ الزجاجي إلى $0°C$:

حتى لا يندفع الزئبق داخل الانتفاخ الزجاجي نتيجة انكماش الغاز بالتبريد.

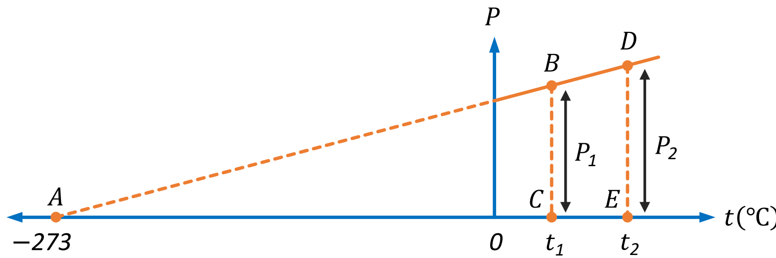
(2) عند وجود قطرة ماء داخل انتفاخ جهاز جولي:

تتحول قطرة الماء إلى حجم كبير من البخار والذي يكون له ضغط يختلف عند ضغط الهواء الجاف لاختلاف تمددها وبالتالي معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم غير صحيح.

(3) عند عدم وضع سبع حجم انتفاخ جهاز جولي زئبق:

يتغير حجم الغاز أثناء إجراء التجربة فلا يمكن تعيين معامل زيادة الضغط لأن الحجم غير ثابت.

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون الضغط:



(1) في الشكل البياني المقابل من

تشابه المثلثين ADE, ABC:

$$\therefore \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE}$$

(2) بما أن:

$$BC = P_1, DE = P_2$$
$$AC = T_1, AE = T_2$$
$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$
$$\therefore \frac{P}{T} = const$$
$$\therefore P \propto T$$

الصفر المطلق (صفر كلفن)	
من تجربة شارل	**من تجربة جولي**
عند رسم علاقة بيانية بين (V_{ol}) على المحور الرأسي، $(t°C)$ على المحور الأفقي فتحصل على خط مستقيم وإذا مددنا هذا الخط فإنه يقطع المحور الأفقي عند $-273°C$ وهي تقابل الصفر المطلق أو صفر كلفن.	عند رسم علاقة بيانية (P) على المحور الرأسي، $(t°C)$ على المحور الأفقي فتحصل على خط مستقيم وإذا مددنا هذا الخط فإنه يقطع المحور الأفقي عند $-273°C$ وهي تقابل الصفر المطلق أو صفر كلفن.
الصفر المطلق: هو درجة الحرارة التي ينعدم عندها حجم الغاز نظريًا عند ثبوت الضغط.	**الصفر المطلق:** هو درجة الحرارة التي ينعدم عندها ضغط الغاز نظريًا عند ثبوت الحجم.
V_{ol}، P_3، P_2، P_1، $T(K)$، 0	P، $(V_{ol})_3$، $(V_{ol})_2$، $(V_{ol})_1$، $T(K)$، 0

لاحظ:

(1) ليس من الدقة اعتبار أن الصفر المطلق هو درجة الحرارة ينعدم عندها حجم الغاز أو ضغطه:

لأنه من الناحية العملية يتحول الغاز إلى سائل قبل أن تصل درجة حرارته إلى صفر كلفن $(-273°C)$ فيتبع الغاز في هذه الحالة قوانين السوائل.

(2) درجة الحرارة على مقياس كلفن:

دائمًا قيمة موجبة.

(3) درجة الحرارة على مقياس سيلزيوس:

قيمة موجبة أو سالبة.

ملاحظات هامة لحل مسائل قانون الضغط

ملحوظة (1): الصيغة العامة:

$$\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2},\frac{P_1}{P_2}=\frac{T_1}{T_2}$$

ملحوظة (2): عندما تكون P_0 معلومة:

$$\beta_p=\frac{\Delta P}{P_0\times\Delta t}=\frac{P_{100}-P_0}{P_0\times 100}$$

ملحوظة (3): عندما تكون P_0 غير معلومة:

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{1+\beta_p t_1}{1+\beta_p t_2}$$

(1) إناء مقفل به هواء في درجة صفر سلزيوس برد إلى $(-91°C)$ فصار ضغطه $40\ cm\ Hg$ احسب ضغط الهواء عند صفر سلزيوس.

الحل

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{T_1}{T_2}\qquad\therefore\frac{P_1}{40}=\frac{273+0}{273+(-91)}=\frac{273}{182}$$

$$P_1=60\ cm\ Hg$$

****

(2) كمية من غاز ضغطها $76\ cm\ Hg$ ودرجة حرارتها $10°C$ رفعت درجة حرارتها إلى $60°C$ عند ثبوت الحجم فأصبح ضغطها $89.4\ cm\ Hg$، احسب معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم.

الحل

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{1+\beta_p t_1}{1+\beta_p t_2}\qquad\therefore\frac{76}{89.4}=\frac{1+10\ \beta_p}{1+60\ \beta_p}$$

$$\beta_p=13.4\div 3666=0.003655=\frac{1}{273}K^{-1}$$

القانون العام للغازات

- يمثل القانون العام للغازات العلاقة بين كل من حجم كمية من غاز وضغطها ودرجة حرارتها.
- يمكن استنتاج الصيغة العامة للقانون العام للغازات كما يلي:

من قانون بويل وشارل	من قانون شارل والضغط	من قانون بويل والضغط
$V_{ol} \propto \frac{1}{P}$	$V_{ol} \propto T$	$P \propto \frac{1}{V_{ol}}$
$V_{ol} \propto T$	$T \propto P$	$P \propto T$
$V_{ol} \propto \frac{T}{P}$	$T \propto V_{ol}P$	$P \propto \frac{T}{V_{ol}}$
$V_{ol} = const \times \frac{T}{P}$	$T = const \times V_{ol}\, P$	$P = const \times \frac{T}{V_{ol}}$
$\frac{PV_{ol}}{T} = const$	$\frac{PV_{ol}}{T} = const$	$\frac{PV_{ol}}{T} = const$

وبالتالي إذا كان حجم كمية معينة من غاز $(V_{ol})_1$ وضغطه P_1 ودرجة حرارته المطلقة T_1 وتغير حجم الكمية إلى $(V_{ol})_2$ والضغط إلى P_2 ودرجة الحرارة المطلقة إلى T_2 يكون:

$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

القانون العام للغازات:
حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز في ضغطه مقسومًا على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوي مقدار ثابت.

ملاحظات هامة لحل مسائل قانون الضغط

ملحوظة (1): الصيغة العامة:

$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

ملحوظة (2): عند تغيّر كثافة الغاز مع ثبوت الكتلة:

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

ملحوظة (3): عند تغيّر كتلة الغاز (تسرب جزء منه) مع ثبوت الحجم:

$$\frac{P_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2}{m_2 T_2}$$

ملحوظة (4): عند خلط غازين:

$$\frac{P(V_{ol})}{T}\left(\text{للخليط}\right) = \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

ملحوظة (5): معدل الضغط ودرجة الحرارة $(S.T.P)$ يكون فيه الضغط $= 76\ cm\ Hg$، درجة الحرارة $0°C$

(1) مقدار من غاز يشغل في درجة $27°C$ وتحت ضغط $60\ cm\ Hg$ حجمًا قدره $380\ cm^3$ فكم يكون حجمه عند معدل الضغط ودرجة الحرارة $(S.T.P)$.

الحل

$S.T.P$ معناه أنه تحت ضغط $76\ cm\ Hg$، درجة الحرارة $0°C$ $(273°K)$

$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2} \qquad \therefore \frac{60 \times 380}{300} = \frac{76 \times (V_{ol})_2}{273}$$

$$(V_{ol})_2 = \frac{60 \times 380 \times 273}{76 \times 300} = 273\ cm^3$$

(2) فقاعة هواء على عمق $10.13\ m$ تحت سطح ماء عذب حجمها $28\ cm^3$ احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرةً بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار إليه هي $7°C$ ودرجة الحرارة عند السطح $27°C$ ($g = 10 m/s^2$، والضغط الجوي $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

الحل

$$\frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{(1.013 \times 10^5 + 1.013 \times 1000 \times 10) \times 28}{273 + 7} = \frac{1.013 \times 10^5 \times (V_{ol})_2}{273 + 27}$$

$$(V_{ol})_2 = 60\ cm^3$$

(3) إذا كانت كثافة غاز النيتروجين عند $S.T.P$ هي $1.25\ kg/m^3$، احسب النيتروجين عند درجة حرارة $24°C$ وضغط $0.97 \times 10^5\ N/m^2$

الحل

$$\frac{P_1}{P_1 T_1} = \frac{P_2}{P_2 T_2} \qquad \therefore \frac{1.013 \times 10^5}{1.25 \times 273} = \frac{0.97 \times 10^5}{\rho_2 \times (24 + 273)}$$

(4) خلطت كمية من غاز حجمها $10\ cm^3$ ضغطها $75\ cm\ Hg$ ودرجة حرارتها $27°C$ مع كمية من غاز آخر حجمها $20\ cm^3$ وضغطها $50\ cm\ Hg$ في درجة حرارة $127°C$ وذلك في إناء سعته $25\ cm^3$ ثم خفضت درجة حرارة الخليط إلى $(-23°C)$ أوجد الضغط الكلي داخل الإناء علمًا بأن الغازين لا يتحدان.

الحل

$$\frac{P(V_{ol})}{T}\left(\text{للخليط}\right) = \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{P \times 25}{-23 + 273} = \frac{75 \times 10}{27 + 273} + \frac{50 \times 20}{127 + 273}$$

$$P = 50\ cm\ Hg$$

(5) انتفاخان زجاجيان B, A حجمهما $600\ cm^3, 300\ cm^3$ على الترتيب يتصلان بأنبوبة شعرية قصيرة الطول ويحتويان على هواء جاف ضغطه $76\ cm\ Hg$ عند $27°C$ احسب ضغط الهواء المحبوس عندما تزداد درجة حرارة الانتفاخ الأكبر بمقدار $100°C$ بينما تظل درجة حرارة الانتفاخ الأصغر كما هي.
($g = 10 m/s^2$، والضغط الجوي $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

الحل

$$\frac{P(V_{ol})}{T}(\text{للخليط}) = \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{76 \times (600 + 300)}{300} = \frac{600P_2}{400} + \frac{300P_2}{300}$$

$$P_2 = 92.2\ cm\ Hg$$

(6) احسب كتلة كمية من غاز الهيدروجين حجمها $82.6\ cm^3$ جمعت بطريقة كهربية تحت ضغط $640\ mm\ Hg$ في درجة $25°C$ إذا كانت كثافة الهيدروجين في $S.T.P$ هي $0.09\ kg/m^3$

الحل

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

$$\frac{640}{\rho_1 \times 298} = \frac{760}{0.09 \times 273}$$

$$\rho_1 = 69.4 \times 10^{-3}\ kg/m^3$$

$$m = \rho V_{ol} = 69.4 \times 10^{-3} \times 82.6 \times 10^{-6} = 5.7 \times 10^{-6}\ kg$$

أولًا: اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة

1. يتضاعف ضغط كمية معينة من غاز عند $10°C$ إذا تم تسخينها عند ثبوت حجمها إلى .....

ⓐ $20°C$ ⓑ $80°C$ ⓒ $160°C$ ⓓ $293°C$

2. إذا سخنت كمية معينة من غاز تدريجيًا, فأي الأشكال البيانية الآتية يمثل التغيّر في الضغط (P) مع درجة الحرارة على تدريج سيلزيوس $(t°C)$ عند ثبوت الحجم؟

P, 0, t(°C)

ⓐ ⓑ ⓒ ⓓ

3. إذا تم وضع كمية من الزئبق في مستودع جهاز جولي حجمها يعادل خُمس حجم المستودع ورفعت درجة حرارة المستودع, فإن حجم الهواء المحبوس ....

ⓐ يقل ⓑ يزداد ⓒ يظل ثابتًا ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

4. إناء محكم الغلق يحتوي بداخله على كمية من غاز, فإذا زاد ضغطها بمقدار 0.4% من ضغطها الأصلي نتيجة زيادة درجة حرارتها بمقدار $1°C$ فتكون درجة حرارتها قبل التسخين ...... (بفرض إهمال تمدد الإناء)

ⓐ $25°C$ ⓑ $250°C$ ⓒ $250\ K$ ⓓ $68500\ K$

5. إذا نقص حجم كمية من غاز مثالي إلى النصف ورفعت درجة حرارته الكلفينية إلى الضِعف فإن ضغط الغاز يصبح .... الضغط الأصلي.

ⓐ ضِعف ⓑ ثلاثة أمثال ⓒ أربعة أمثال ⓓ نصف

6. يتوقف تسرب الغاز من داخل أسطوانة الغاز عندما يكون ضغط الغاز داخل الأسطوانة ....

ⓐ أكبر من الضغط الجوي ⓑ أقل من الضغط الجوي
ⓒ مساوي للضغط الجوي ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

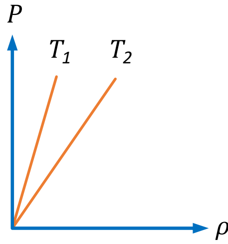
7. فقاعة من الهواء حجمها $0.2\ cm^3$ على عمق $15\ m$ من سطح بحيرة مالحة كثافة مائها $1030\ kg/m^3$, فإذا كانت درجة الحرارة عند هذا العمق $4°C$ فإن حجم الفقاعة عندما تصعد إلى سطح الماء حيث درجة الحرارة $24°C$ يصبح ....

ⓐ $0.27\ cm^3$ ⓑ $0.39\ cm^3$ ⓒ $0.54\ cm^3$ ⓓ $1.79\ cm^3$

8. الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين درجة الحرارة على تدريج كلفن (T) والضغط (P) لكتلتين متساويتين من نفس الغاز عند حجمين $(V_{ol})_1$, $(V_{ol})_2$ فإن ......

P, $(V_{ol})_1$, $(V_{ol})_2$, T

ⓐ $(V_{ol})_1 = (V_{ol})_2$ ⓑ $(V_{ol})_1 > (V_{ol})_2$
ⓒ $(V_{ol})_1 < (V_{ol})_2$ ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة



9. الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين ضغط كمية معينة من غاز (P) وكثافته (ρ) عند درجتي حرارة مطلقة (T_2, T_1) فيكون ...

ⓐ $T_1 = T_2$ ⓑ $T_1 > T_2$
ⓒ $T_1 < T_2$ ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة

10. درجة حرارة كمية معينة من غاز بالكلفن تضاعفت وأصبح ضغطه نصف ما كان عليه فإذا كان حجمه الأصلي V يكون الحجم النهائي ....

ⓐ $0.5\ V$ ⓑ $0.25\ V$ ⓒ $2\ V$ ⓓ $4\ V$

11. إذا نقص حجم كمية من غاز مثالي إلى النصف ورفعت درجة حرارته الكلفينية للضِعف فإن ضغط الغاز يصبح .... الضغط الأصلي.

ⓐ ضِعف ⓑ ثلاثة أمثال ⓒ أربعة أمثال ⓓ ستة أمثال

12. ما الضغط اللازم لتقليص حجم $60\ mL$ من غاز تحت الشروط القياسية إلى $10\ mL$ عند درجة حرارة مقدارها $25°C$ ....

ⓐ $497.75\ cm\ Hg$ ⓑ $479.75\ cm\ Hg$ ⓒ $947.75\ cm\ Hg$ ⓓ $947.75\ cm\ Hg$

ثانيًا: الأسئلة المقالية

1. غمر مستودع جهاز جولي في سائل عند $0°C$ فكان سطح الزئبق في الفرع المتصل بالمستودع أعلى منه في الفرع الخالص بمقدار $10\ cm$ ولما سخن السائل إلى $63°C$ صار الزئبق في الفرع الخالص أعلى منه في الفرع المتصل بالمستودع بمقدار $5\ cm$ ولما وصل السائل إلى درجة الغليان زاد هذا الارتفاع إلى $13.8\ cm$, احسب درجة غليان السائل علمًا بأن حجم الهواء ثابت في هذا المستودع.

$(99.96°C)$

2. كمية من غاز الأكسجين الجاف في $(S.T.P)$ ما هي درجة الحرارة التي تسخن إليها ليزيد ضغطها 40% من الضغط الأصلي مع ثبوت الحجم؟ وما هي درجة الحرارة التي تسخن إليها ليزيد حجمها 40% من الحجم الأصلي عند ثبوت الضغط؟

($109.2°C$ في الحالتين لأن $\beta = \alpha$)

3. بالون من المطاط به هواء حجمه $800\ cm^3$ عند $27°C$ وضغط $75\ cmHg$ وأقصى سعة $1000\ cm^3$ فإذا تغيرت ظروف الهواء ليصبح $65\ cmHg$ ودرجة الحرارة $57°C$, هل ينفجر البالون؟ مع التعليل.

($1015.4\ cm^3$ – ينفجر البالون)

4. إذا كان حجم مقدار من الهواء في $7°C$ وتحت ضغط $77\ cmHg$ هو $1001\ cm^3$, فاحسب:

ⓐ الزيادة في حجم هذا المقدار إذا سخن إلى $47°C$ وظل ضغطه ثابتًا
ⓑ الزيادة في ضغط هذا المقدار إذا سخن إلى $47°C$ وظل حجمه ثابتًا
ⓒ الزيادة في حجم هذا المقدار إذا سخن إلى $47°C$ وأصبح ضغطه $80\ cmHg$

$(143\ cm^3 - 11\ cmHg - 100.1\ cm^3)$